

ISSN: 2502-1621

Vol.3 No.1, Juni 2018

# 7 Jurnal Samudra

Politeknik Pelayaran Surabaya

---

Jurnal 7 Samudra adalah terbitan karya ilmiah berupa artikel hasil penelitian dan pengabdian masyarakat di sektor maritim terutama di bidang pelayaran pada Politeknik Pelayaran Surabaya. Jurnal ini diterbitkan secara berkala yaitu 2 (dua) kali dalam setahun.

## **KAMPUS I**

Jl. Raya Hang Tuah No.5 Surabaya 60155

Telp : (031) 352 3685, 355 8785

Fax : (031) 354 6028, 355 8785

## **KAMPUS II**

Jl. Gunung Anyar Boulevard No. 1 Surabaya

Telp : (031) 871 4673, 871 4643

Fax : (031) 871 4609

Email: [info@politekpel-sby.ac.id](mailto:info@politekpel-sby.ac.id)

[www.politekpel-sby.ac.id](http://www.politekpel-sby.ac.id)

Vol.3 No.1, Juni 2018

ISSN: 2502-1621

# Jurnal 7 Samudra

Politeknik Pelayaran Surabaya

## **DEWAN REDAKSI**

### **Penanggung Jawab**

Capt. Heru Susanto, M.M.

### **Redaktur**

Dr. Capt. Tri Cahyadi, M.H., M.Mar.

Heri Sularno, M.H., M.Mar.E.

Capt. Hadi Setiawan, M.T., M.Mar.

Asnam Rohadi, M.Mar.

Drs. Suharto, M.T.

### **Mitra Bestari**

Dr. A. Agus Tjahjono, M.M., M.Mar.E. (Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang)

### **Penyunting/Editor**

Ari Yudha Lusiandri, M.Pd.

Maulidiah Rahmawati, S.Si., M.Sc.

Damoyanto Purba, S.Si.T., M.Pd.

Monika Retno Gunarti, S.Si.T., M.Pd.

Anak Agung Istri Sri Wahyuni, S.Si.T.,M.Adm.SDA

### **Sekretariat**

Yan Kusdyana A.Md.

Nila J. Aritaranti, S.Sos.

## DAFTAR ISI

<b>Daftar isi</b> _____	<b>iii</b>
<b>ANALISA FAKTOR PENYEBAB KECELAKAAN PELAYARAN DI ALUR PELAYARAN BARAT SURABAYA TAHUN 2013 - 2017</b> <b>Dwi Haryanto, Diyah Purwitasari</b> _____	<b>1</b>
<b>PENERAPAN FUZZY UNTUK PENGONTROLAN PENDINGIN RUANGAN (AC) BERBASIS MIKROCONTROLLER</b> <b>Hariyono, Heri Sutanto</b> _____	<b>13</b>
<b>STUDI KOMPARASI EMISI GAS BUANG MESIN DIESEL MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR SOLAR DAN MINYAK KELAPA (VIRGIN COCONUT OIL)</b> <b>Saiful Irfan, Hendra Purnomo</b> _____	<b>18</b>
<b>PENGARUH JUMLAH SUDU SENTRIFUGAL IMPELLER TERHADAP KAPASITAS DAN EFISIENSI POMPA SENTRIFUGAL</b> <b>Antonius Edy Kristiyono, Monika Retno Gunarti</b> _____	<b>26</b>
<b>PENGUJIAN PERFORMANSI MESIN DIESEL DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR CAMPURAN SOLAR DAN MINYAK KELAPA (VIRGIN COCONUT OIL)</b> <b>Didik Dwi Suharso, Yohan Wibisono</b> _____	<b>35</b>
<b>MESIN PEREKAM KECEPATAN KENDARAAN DI JALAN TOL BERBASIS RASPBERRY PI 3</b> <b>Catur Rakhmad Handoko, Rizky Kurniawan, Nora Amelia Novitrie, Afif Zuhri Arfianto, Ii Munadhif, Mohammad Basuki Rahmat, Hendro Agus Widodo</b> _____	<b>44</b>
<b>PERSEPSI PEGAWAI MENGENAI LINGKUNGAN PENGENDALIAN INTERN DI POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA</b> <b>Indah Ayu Johanda Putri</b> _____	<b>53</b>
<b>PENGARUH PENGGUNAAN SIMULASI MAIN ENGINE BERBASIS FLASH TERHADAP KEMAMPUAN TARUNA POLTEKPEL SURABAYA</b> <b>Ari Yudha Lusiandri, Mas Zaenal Rakhman</b> _____	<b>77</b>



## ANALISA FAKTOR PENYEBAB KECELAKAAN PELAYARAN DI ALUR PELAYARAN BARAT SURABAYA TAHUN 2013 - 2017

Oleh:  
**Dwi Haryanto<sup>1</sup>, Diah Purwitasari<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Politeknik Pelayaran Surabaya

Email korespondensi: [dwi.haryanto@poltekpel-sby.ac.id](mailto:dwi.haryanto@poltekpel-sby.ac.id)

### ABSTRAK

Banyaknya kecelakaan kapal di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS) dapat mempengaruhi kelancaran operasional transportasi di wilayah tersebut. Penelitian ini berupaya untuk mencari permasalahan yang menjadi penyebab kecelakaan yang terjadi di APBS dalam rentang waktu antara tahun 2013 sampai dengan tahun 2017.

Dari penelitian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa jenis kecelakaan terbanyak adalah tubrukan dan dugaan faktor penyebab kecelakaan kapal yang paling tinggi persentasenya adalah faktor manusia. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa faktor terbesar penyebab kecelakaan pelayaran adalah karena faktor manusia dengan prosentase sebesar 59,3%.

Diharapkan dengan hasil penelitian ini, pihak-pihak terkait dapat mengatasi akar permasalahan yang terjadi, diantaranya kurangnya pengetahuan dan kompetensi SDM di atas kapal, pelaksanaan dinas jaga yang sesuai prosedur dan aturan yang benar, serta pengawasan oleh pihak-pihak terkait agar dapat menjaga dan meningkatkan koordinasi dan komunikasi yang telah terjalin.

**Kata Kunci** : *kecelakaan kapal, manusia, pelayaran, keselamatan.*

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia. Laut-laut yang berada di antara pulau-pulau dalam wilayah Indonesia bukanlah faktor pemisah, melainkan faktor pemersatu dalam mewujudkan seluruh wilayah Indonesia sebagai satu kesatuan politik, sosial-budaya, ekonomi dan pertahanan-keamanan, yang realisasinya dapat diwujudkan dalam kegiatan pelayaran. Laut tidak dapat dipisahkan dari daratan, laut dan daratan merupakan satu kesatuan yang utuh.

Pelayaran di Indonesia dikuasai dan diselenggarakan oleh negara dan dibina oleh

pemerintah, melalui perwujudan aspek pengaturan, pengendalian, dan pengawasan. Wujud aspek pengaturan inilah yang menjadi dasar hukum diselenggarakannya pelayaran. Ketentuan mengenai pelayaran diatur dalam Undang-Undang Republik Indonesia No. 17 Tahun 2008 (UUP). Menurut UUP, Pasal 1 angka 1, pengertian pelayaran adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas angkutan di perairan, kepelabuhanan, keselamatan dan keamanan, serta perlindungan lingkungan maritim. Dari pengertian tersebut, dapat dipahami bahwa ada dua kegiatan pelayaran, yaitu

kegiatan angkutan di perairan dan kegiatan kepelabuhan. Selain itu disebutkan juga tentang keamanan dan keselamatan dalam penyelenggaraan pelayaran.

Masalah keselamatan transportasi seringkali menjadi tema hangat pemberitaan di media massa. Peranan keselamatan pelayaran dalam sistem transportasi laut merupakan hal yang mutlak diperhitungkan, karena tingginya resiko pelayaran. Pada bulan Desember tahun 2015, puluhan kapal yang lego jangkar di APS sempat diusir oleh tim Gabungan Syahbandar Surabaya Gresik, Pelindo, serta TNI Angkatan Laut. Pengusiran tersebut dilakukan karena seringnya terjadi kecelakaan kapal akibat sempitnya alur untuk kapal yang hendak keluar masuk dari Pelabuhan Perak maupun dari Pelabuhan Gresik. Kecelakaan kapal yang meliputi tabrakan antar kapal, kapal menabrak bangkai kapal dan lain-lain membuat tim gabungan yang melakukan operasi secara tegas tidak memberikan toleransi bagi kapal yang selama ini bebas berlabuh sembarangan (Amin, 2015).

Maraknya kejadian kecelakaan tersebut, tersapu ombak hingga gagal bersandar di pelabuhan merupakan indikasi bahwa sistem keselamatan pelayaran di Indonesia belum berjalan optimal. Untuk mewujudkan keselamatan pelayaran dan keamanan pelayaran, dibutuhkan peran semua pihak, yaitu pemerintah sebagai regulator, pengusaha sebagai operator dan tidak ketinggalan masyarakat sebagai pengguna jasa transportasi laut.

Terdapat banyak penyebab kecelakaan kapal laut; karena tidak diindahkannya keharusan tiap kendaraan yang berada di atas kapal untuk diikat (*lashing*), hingga pada persoalan penempatan barang yang tidak memperhitungkan titik berat kapal dan gaya lengan stabil. Dengan demikian penyebab kecelakaan sebuah kapal tidak dapat disebutkan secara pasti, melainkan perlu dilakukan pengkajian. Berbagai masalah terkait kecelakaan kapal dan keselamatan pelayaran, khususnya

yang berkaitan dengan alur pelayaran menjadi latar belakang peneliti untuk melakukan analisis, faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab kecelakaan kapal di alur pelayaran barat surabaya.

## KAJIAN PUSTAKA

Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS) merupakan alur pelayaran yang menghubungkan kapal-kapal yang akan berlabuh di Pelabuhan Tanjung Perak dari Laut Utara Jawa. Seringnya lalu lintas kapal di daerah ini memerlukan penelitian mengenai pasang surut, topografi dasar laut, serta bobot kapal yang melintas untuk memastikan kapal-kapal yang akan berlabuh di Pelabuhan Tanjung Perak aman dari kemungkinan kecelakaan.

Pada penelitian ini, peneliti ingin mengkaji lebih lanjut tentang penyebab kecelakaan pelayaran yang terjadi di Alur Pelayaran Barat Surabaya selama tahun 2013 hingga 2017. Sehubungan dengan hal tersebut, maka pada konsepnya kecelakaan pelayaran akan terkait erat dengan keselamatan pelayaran. Oleh sebab itu berikut kami sampaikan konsep atau landasan teori yang terkait dengan penelitian ini.

### 1. Definisi kecelakaan dan keselamatan pelayaran

Kecelakaan kerja menurut Permen No.03/MEN/1994 tentang program JAM-SOSTEK, adalah kecelakaan berhubungan dengan hubungan kerja, termasuk penyakit yang timbul karena hubungan kerja, demikian pula kecelakaan yang terjadi dalam perjalanan berangkat dari rumah menuju tempat kerja dan pulang ke rumah melalui jalan biasa atau wajar dilalui (bab I, Pasal 1 butir 7).

Kecelakaan pelayaran adalah suatu kejadian yang tidak terduga, semula tidak dikehendaki yang mengacaukan proses yang telah diatur dari suatu aktivitas dan dapat menimbulkan kerugian, baik bagi manusia, barang, maupun lingkungan maritim.

Keselamatan kapal adalah keadaan kapal

yang memenuhi persyaratan material, konstruksi bangunan, permesinan dan perlistrikan, stabilitas, tata susunan serta perlengkapan termasuk perlengkapan alat penolong dan radio, elektronik kapal, yang dibuktikan dengan sertifikat setelah dilakukan pemeriksaan dan pengujian (UU No.17 Tahun 2008).

Peraturan Menteri No.20 Tahun 2015, Pasal 1 angka 1, menyebutkan bahwa keselamatan pelayaran adalah suatu keadaan terpenuhinya persyaratan keselamatan yang menyangkut angkutan di perairan, kepelabuhanan, dan lingkungan maritim.

## 2. Landasan hukum keselamatan pelayaran

### a) Hukum Internasional

Safety of Life at Sea 1974 amandemen 1978, yang berlaku bagi semua kapal yang melakukan pelayaran antara pelabuhan-pelabuhan di dunia.

### b) Hukum Nasional

➤ Undang-Undang RI No. 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran

➤ Peraturan Menteri No. 20 Tahun 2015 tentang Standar Keselamatan Pelayaran.

## 3. Faktor-faktor yang menyebabkan kecelakaan pelayaran

Meskipun telah ada dasar hukum, berbagai kecelakaan di laut tetap tak bisa di hindari dan semakin marak terjadi, berdasarkan laporan akhir kajian trend kecelakaan transportasi laut tahun 2003-2008 dari KNKT (PT.Trans Asia Consultants, 2009), faktor yang sering menyebabkan terjadinya kecelakaan di laut diantaranya adalah:

a) Faktor teknis biasanya terkait dengan kekurangcermatan di dalam desain kapal, penelantaran perawatan kapal sehingga mengakibatkan kerusakan kapal atau bagian-bagian kapal yang menyebabkan kapal mengalami kecelakaan, atau pelanggaran terhadap ketentuan dan peraturan atau prosedur yang ada.

b) Faktor cuaca buruk merupakan permasalahan yang biasanya dialami seperti badai, gelombang yang tinggi yang dipen-

garuhi oleh musim atau badai, arus yang besar, kabut yang mengakibatkan jarak pandang yang terbatas. Terjadinya perubahan iklim saat ini, mengakibatkan kondisi laut menjadi lebih ganas, ombak dan badai semakin besar sehingga sering mengakibatkan terjadinya kecelakaan di laut.

c) Faktor manusia itu sendiri yaitu kecerobohan di dalam menjalankan kapal, kekurangmampuan awak kapal dalam menguasai berbagai permasalahan yang mungkin timbul dalam operasional kapal, secara sadar memuat kapal secara berlebihan.

Banyak penyebab kecelakaan kapal sampai saat ini tidak dijelaskan secara resmi, namun dari berita yang dapat dikumpulkan, dapat diambil kesimpulan bahwa sering juga terjadi gangguan terhadap stabilitas kapal akibat kelebihan muatan dan penumpang, apalagi bila tidak disertai dengan pemuatan barang dan penumpang sesuai standar yang menyebabkan *center of gravity* bergeser menjadi lebih tinggi daripada *center of buoyancy*.

Jenis kecelakaan kapal yang sering terjadi antara lain : kapal bocor, hanyut, kandas, kerusakan konstruksi kapal, kerusakan mesin, meledak, menabrak dermaga, menabrak tiang jembatan, miring, orang jatuh ke laut, tenggelam, terbakar, terbalik, dan tubrukan.

## 4. Definisi alur pelayaran

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan No.68 Tahun 2011 tentang Alur Pelayaran di Laut, Pasal 1 angka 3, Alur pelayaran di laut adalah perairan yang dari segi kedalaman, lebar dan bebas hambatan pelayaran lainnya dianggap aman dan selamat untuk dilayari kapal angkutan laut.

Berdasarkan definisi diatas, dapat dikatakan bahwa alur pelayaran adalah perairan yang dari segi kedalaman, lebar, dan bebas hambatan [pelayaran](#) lainnya dianggap aman dan selamat untuk dilayari oleh [kapal](#) di [laut](#), [sungai](#) atau [danau](#). Alur pelayaran dicantumkan dalam peta laut dan buku petunjuk-

pelayaran serta diumumkan oleh instansi yang berwenang. Alur pelayaran digunakan untuk mengarahkan kapal masuk ke [kolam pelabuhan](#), oleh karena itu harus melalui suatu perairan yang tenang terhadap gelombang dan arus yang tidak terlalu kuat (Wikipedia, 2010).

#### 5. Landasan hukum alur pelayaran

Undang-Undang RI No. 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran.

##### Pasal 188

- (1) Penyelenggaraan alur pelayaran dilaksanakan oleh Pemerintah.
- (2) Badan usaha dapat diikutsertakan dalam sebagian penyelenggaraan alur pelayaran.
- (3) Untuk penyelenggaraan alur pelayaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) Pemerintah wajib :
  - (a) Menetapkan alur pelayaran
  - (b) Menetapkan sistem rute
  - (c) Menetapkan tata cara berlalu lintas, dan
  - (d) Menetapkan daerah labuh kapal sesuai dengan kepentingannya.

##### Pasal 190

- (1) Untuk kepentingan keselamatan dan kelancaran berlayar pada perairan tertentu, Pemerintah menetapkan sistem rute yang meliputi :
  - (a) Skema pemisah lalu lintas
  - (b) Rute dua arah
  - (c) Garis haluan yang dianjurkan
  - (d) Rute air dalam
  - (e) Daerah yang harus dihindari
  - (f) Daerah lalu lintas pedalaman, dan
  - (g) Daerah kewaspadaan

##### Pasal 192

- (1) Pada alur pelayaran diselenggarakan sistem Telekomunikasi-Pelayaran.
- (2) Telekomunikasi-Pelayaran terdiri atas:
  - (a) Sarana, jenis dan fungsi
  - (b) Persyaratan dan standar
  - (c) Penyelenggaraan
  - (d) Zona keamanan dan keselamatan
  - (e) Kerusakan dan hambatan
  - (f) Biaya pemanfaatan

- (g) Pelayanan komunikasi marabahaya, komunikasi segera dan keselamatan, serta persyaratan tanda waktu sandar.

##### Peraturan Pemerintah No.05 Tahun 2010 tentang Kenavigasian

##### Pasal 7

- (1) Alur dan perlintasan dalam pelayaran kapal terdiri atas :
  - (a) Alur pelayaran di laut, dan
  - (b) Alur pelayaran sungai dan danau

##### Peraturan Menteri Perhubungan No. 68 Tahun 2011 tentang Alur Pelayaran di Laut

##### Pasal 1

- (1) Perairan Indonesia adalah laut teritorial Indonesia beserta perairan kepulauan dan perairan pedalaman.
- (2) Pelabuhan adalah tempat yang terdiri atas daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan pengusahaan yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, naik turun penumpang, dan/atau bongkar muat barang, berupa terminal dan tempat berlabuh kapal yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi.
- (3) Alur pelayaran di laut adalah perairan yang dari segi kedalaman, lebar dan bebas hambatan pelayaran lainnya dianggap aman dan selamat untuk dilayari kapal angkutan laut.
- (4) Perlintasan adalah suatu perairan dimana terdapat satu atau lebih jalur lalu lintas yang saling berpotongan dengan satu atau lebih jalur utama lainnya.
- (7) Sistem Rute adalah suatu sistem dari satu atau lebih dan atau menentukan jalur yang diarahkan agar mengurangi resiko korban kecelakaan.
- (9) Rute Dua Arah (*Two Way Route*) adalah suatu lajur dengan diberikan batas-batas di dalamnya dimana ditetapkan lalu lint-

as dua arah, bertujuan menyediakan lintasan aman bagi kapal-kapal melalui perairan dimana bernavigasi sulit dan berbahaya.

- (10) Jalur yang direkomendasikan (*Recommended Track*) adalah suatu lajur yang mana telah diuji khususnya untuk memastikan sejauh mungkin bahwa itu adalah bebas dari bahaya di sepanjang yang mana kapal-kapal disarankan melintasinya.
- (11) Area yang harus dihindari (*Area to be Avoided*) adalah suatu lalu lintas terdiri dari area dengan diberi batas-batas di dalamnya yang mana salah satu sisi navigasi amat serius berbahaya atau pengecualian penting untuk menghindari bahaya kecelakaan dan yang mana harus dihindari oleh semua kapal-kapal atau ukuran-ukuran kapal tertentu.
- (14) Daerah kewaspadaan (*Precautionary Area*) adalah suatu lalu lintas terdiri dari area dengan diberi batas-batas dimana kapal-kapal harus bernavigasi dengan perhatian utama sekali dan dimana didalam arah lalu lintas telah dianjurkan.
- (15) Rute air dalam (*Deep Water Route*) adalah suatu lajur dengan diberikan batas-batas yang mana telah disurvei dengan akurat untuk jarak batas dari dasar laut dan rintangan-rintangan bawah air sebagai yang digambarkan di peta laut.

Pasal 4

- (4) Penyelenggaraan alur pelayaran di laut dilakukan untuk :
  - (a) Ketertiban lalu lintas kapal
  - (b) Memonitor pergerakan kapal
  - (c) Mengarahkan pergerakan kapal, dan
  - (d) Pelaksanaan hak lintas damai kapal-kapal asing

Keputusan Menteri Perhubungan RI Nomor KP.455 Tahun 2016 tentang Penetapan Alur Pelayaran, Sistem Rute, Tata Cara Berlalu Lintas dan Daerah Labuh Kapal sesuai dengan Kepentingannya di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS).

6. Pelayanan alur pelayaran barat Surabaya

Untuk memasuki Pelabuhan Tanjung Perak terdapat dua alur pelayaran yang biasa atau lazim digunakan dan disebut dengan Alur Pelayaran Timur Surabaya dan Alur Pelayaran Barat Surabaya. Adapun Alur Timur Pelayaran Surabaya digunakan untuk kapal-kapal yang memiliki draft kecil (draft 1-4 meter), sehingga intensitas kapal yang masuk atau keluar Alur Pelayaran Timur Surabaya menuju pulau selain Jawa Timur sedikit.



**Gambar 1.** Alur Pelayaran Barat Surabaya

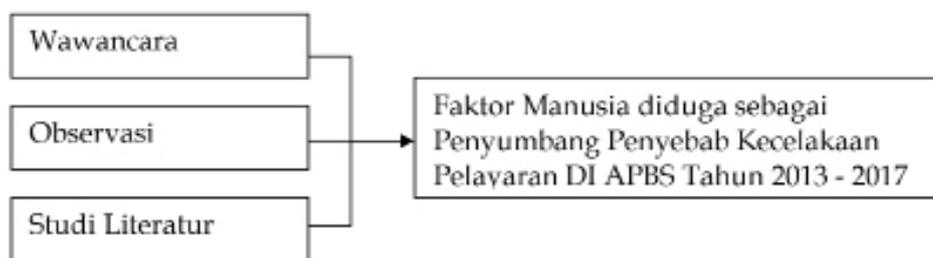
Sebagian kapal-kapal dengan draft besar (4-9 meter) akan lebih memilih melewati Alur Pelayaran Barat Surabaya karena Alur Pelayaran Timur Surabaya memiliki alur pelayaran yang panjang dan sempit, jika ditambah dengan banyaknya arus kapal yang keluar masuk pelabuhan akan sangat rentan terhadap kecelakaan laut baik itu kandas, tabrakan kapal, ataupun jenis kecelakaan yang lainnya seperti kebakaran, kecelakaan kerja dan lain-lain.

Dengan banyaknya kecelakaan yang terjadi di penghujung tahun 2015, Evaluasi terhadap APS telah dilaksanakan dan diwujudkan

dengan melakukan revitalisasi. Revitalisasi Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS) merupakan program pendalaman serta perluasan alur pelayaran dari kedalaman -9,5 meter low water spring (LWS) dengan lebar 100 meter menjadi -13 meter LWS dengan lebar hampir 200 meter. Revitalisasi Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS) merupakan salah satu kebijakan dalam mendukung kelancaran logistik melalui angkutan laut, karena dengan melakukan revitalisasi APBS maka kapal-kapal yang mempunyai drafft diatas 8,5 meter dapat masuk dan melakukan kegiatan bongkar muat. Dalam program revitalisasi APBS diperlukan investasi atas pengerukan dan pemeliharaan APBS sepanjang 43,6 km, hal tersebut diikuti oleh perubahan tarif guna merealisasikan revitalisasi APBS (GPEI Jatim, 2016).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan penggabungan metode kualitatif dan kuantitatif. Yang dimaksud dengan penelitian deskriptif menurut Kuncoro (2003), adalah Pengujian data untuk diuji hipotesis atau menjawab pertanyaan mengenai status terakhir dari subjek penelitian. Penelitian kualitatif bersifat mendeskripsikan keadaan atau fenomena yang sedang terjadi, sehingga instrumen diperlukan karena peneliti di tuntut dapat menentukan data yang diangkat dari fenomena atau peristiwa tertentu, peneliti dalam melaksanakan wawancara sifatnya tidak terstruktur, tapi minimal peneliti menggunakan ancang-ancang yang akan ditanyakan sebagai pedoman wawancara (*interview guide*) (Suharsimi 2002).



**Gambar 2.** Desain Penelitian Deskriptif Kualitatif

Pendekatan kualitatif atau dapat juga disebut metode naturalistik memiliki ciri dan karakteristik yang khas. Menurut (Bogdan dan Bilken, 2007; Nasution, 2007), pendekatan kualitatif memiliki beberapa ciri yaitu : ”*nature setting*, penentuan sampel secara purposif, peneliti sebagai instrumen inti pokok bersifat deskriptif analitis, analisis data secara induktif dan interpretasi bersifat idiografik, serta mengutamakan makna dibalik data”.

Adapun variabel-variabel dan definisi operasional dalam penelitian ini adalah

1. Kecelakaan Pelayaran
2. Faktor Teknis Penyebab Kecelakaan Pelayaran
3. Faktor Cuaca Buruk Penyebab Ke-

celakaan Pelayaran

4. Faktor Manusia Penyebab Kecelakaan Pelayaran
5. Alur Pelayaran Barat Surabaya

Dalam penelitian ini, subjek penelitian dipilih berdasarkan tujuan penelitian, dimana subjek merupakan sumber daya manusia yang bekerja pada Kantor Kesyahbandaran Utama Tanjung Perak Surabaya, dan memiliki akses dalam peninjauan permasalahan kecelakaan dan keselamatan pelayaran di Alur Pelayaran Barat Surabaya.

Subjek 1

Nama : Capt. M. Hermawan, S.SiT., M.M.,  
M.Mar

Jabatan : Kepala Seksi Tertib Berlayar

Subjek 2

Nama : Ketut Asmika, S.H

Jabatan : Kepala Seksi Penunjang Keselamatan dan Penyidikan

Sesuai dengan pendekatan penelitian yang akan dilakukan penulis, maka data yang akan digunakan adalah data kualitatif.

**HASIL PENELITIAN**

Wawancara yang dilaksanakan menggunakan wawancara tidak terstruktur sehingga pertanyaan yang mengalir sesuai dengan bahasan yang terkait dengan kecelakaan pelayaran yang terjadi di alur pelayaran barat Surabaya (APBS). Dalam deskripsi data ini peneliti hanya mencuplik yang terkait dengan judul penelitian saja. Wawancara dan pengumpulan data dilaksanakan pada bulan September dan Oktober di Kantor Kesyahbandaran Kelas Utama Tanjung Perak Surabaya.

Subjek 1

Nama : Capt. M. Hermawan, S.SiT., M.M., M.Mar

Jabatan : Kepala Seksi Tertib Berlayar

Pertanyaan	Jawaban
Selama kurun waktu 2013 hingga 2017 apakah terdapat kecelakaan pelayaran di APBS ? Apa jenis kecelakaan yang paling sering terjadi dan apa penyebabnya?	Apabila kecelakaan pelayaran yang dimaksud adalah kecelakaan kapal, maka terdapat beberapa kecelakaan yang terdokumentasi. Jenis kecelakaan yang terjadi paling banyak adalah tubrukan. Mayoritas penyebabnya diduga karena faktor manusia.

Apa yang dimaksud dengan penyebabnya karena faktor manusia?	Banyak kasus dimana karena kelalaian awak kapal sehingga kapal mengalami tubrukan, diantaranya karena dinas jaga yang kurang baik, prosedur yang tidak diikuti dengan benar, sampai kurangnya pengetahuan, kompetensi ataupun keahlian awak kapal itu sendiri.
Apa yang dilakukan Kantor kesyahbandaran ketika dilaporkan terjadi kecelakaan kapal?	Pertama-tama ada petugas yang ditugaskan untuk melaksanakan pemeriksaan dan pengamatan langsung di lapangan. Dan berdasarkan pantauan, kami langsung berkoordinasi dengan pihak-pihak terkait agar kecelakaan dapat segera ditanggulangi untuk meminimalisir dampak negatif atau jatuhnya korban jiwa.
Menurut Bapak, agar kecelakaan pelayaran dapat dihindari, apa yang harus dilakukan?	Harus ada kepedulian dari berbagai pihak, mulai dari perusahaan pelayaran, nahkoda kapal dan kru kapal, penumpang/ pengguna jasa pelayaran serta pemerintah. Pengawasan tidak dapat menjadi tanggung jawab satu pihak saja karena betapa baiknya regulasi dibuat jika sumber daya manusia di dalamnya tidak mengindahkan akan sia-sia. Dibutuhkan peran semua pihak agar regulasi yang sudah ada dapat diterapkan dengan benar sehingga kecelakaan karena ketidaktahuan akan regulasi dan prosedur dapat dihindari.

<p>Apa contohnya pak?</p>	<p>Contohnya kasus kebakaran yang baru terjadi, jika sopir truk melaporkan barang bawaannya berpotensi terbakar, atau ada petugas yang memeriksa dengan teliti isi truk atau mengurangi BBM truk tentunya kebakaran yang menimbulkan kerugian materiil akan dapat dihindarkan. Atau pada kasus kapal yang tidak memiliki radar tetapi juru mudi berani mengambil alur yang berbahaya, terlalu dekat ke bangkai kapal sehingga kemungkinan terjadinya tabrakan besar terjadi. Masih banyak kasus kecelakaan kapal yang terjadi akibat tidak diindahkannya prosedur dan regulasi.</p>
---------------------------	---

Subjek 2

Nama : Ketut Asmika, S.H

Jabatan : Kepala Seksi Penunjang Keselamatan dan Penyidikan

Pertanyaan	Jawaban
<p>Selama Bapak bekerja di Kantor Kesyahbandaran Tanjung Perak, dalam pantauan Bapak berapa kecelakaan kapal yang terjadi di APBS wilayah Surabaya?</p>	<p>Kalau sebelum tahun 2015 lumayan banyak kecelakaan kapal yang terjadi. Seringnya karena menabrak bangkai kapal, padahal sudah ada peta wilayah. Di akhir tahun 2015 untuk menaggulangi hal tersebut kami memberi tanda pada bangkai-bangkai kapal sehingga kecelakaan menabrak bangkai kapal menurun secara drastis.</p>

<p>Menurut Bapak apakah penyebab kecelakaan kapal tersebut?</p>	<p>Kalau lihat datanya dari hasil pemeriksaan penyebabnya mayoritas karena manusianya. Macam-macam itu, ada yang karena tidak memperhatikan rambu-rambu dan tanda pada peta, tidak menyalakan radar, tidak dapat mengoperasikan radar, bahkan ada kapal yang tidak memiliki radar.</p>
<p>Apakah Bapak berkenan untuk mengizinkan kami melihat dan mendapatkan data kecelakaan kapal di APBS serta dugaan penyebabnya pak?</p>	<p>Boleh, nanti dibantu sama mas Lukman dan Mas Andi. Ada lengkap mulai dari BAP sampai Laporan KNKT.</p>
<p>Apakah kecelakaan yang termonitor oleh Kantor Kesyahbandaran sama dengan KNKT?</p>	<p>Ada yang sama, ada yang tidak, karena pelaporan terjadinya kecelakaan juga tidak selalu terjadi, dan mungkin tidak semua jenis kecelakaan masuk ke KNKT, biasanya yang skalanya besar.</p>
<p>Apa perbedaan antara laporan Kantor Kesyahbandaran dengan KNKT?</p>	<p>Tugas kami adalah melaporkan ke Mahkamah Pelayaran meliputi jenis kecelakaan dan dugaan penyebab kecelakaan kapal. Dari Mahkamah Pelayaran yang akan menentukan atau memutuskan secara resmi penyebab kecelakaannya. KNKT memiliki jalur dan penyidikan tersendiri, sehingga bisa saja putusan penyebab kecelakaan pada kasus yang sama berbeda hasilnya. Tetapi itu tidak menjadi masalah, sebab yang penting kecelakaan kapal yang terjadi dapat ditangani dan ditanggulangi dengan baik.</p>



**Gambar 3.** Wawancara akhir dengan subjek penelitian 1 dan 2

**Tabel 1.** Ringkasan Kecelakaan Kapal yang terjadi di APBS pada kurun waktu tahun 2013 s.d 2017.

No.	Tahun	Jenis Kecelakaan					Jumlah	Dugaan Faktor Penyebab		
		Tubrukan	Kebakaran	Kandas	Tenggelam	Lainnya		Manusia	Teknis	Alam
1.	2013	14	4	1	1	-	20	20	-	-
2.	2014	14	3	2	1	1	21	13	5	3
3.	2015	5	4	1	1	1	12	10	2	-
4.	2016	1	1	-	-	-	2	2	-	-
5.	2017	1	2	1	-	-	4	3	1	-
<b>Total Jumlah</b>		35	14	5	3	2	59	48	8	3

**Tabel 2.** Prosentase Kecelakaan Kapal yang terjadi di APBS pada kurun waktu tahun 2013 s.d 2017.

No.	Tahun	Jenis Kecelakaan					Jumlah	Dugaan Faktor Penyebab		
		Tubrukan	Kebakaran	Kandas	Tenggelam	Lainnya		Manusia	Teknis	Alam
1.	2013	70%	20%	5%	5%	-	20	100%	-	-
2.	2014	66,7%	14,3%	9,5%	4,8%	4,7%	21	61,9%	23,8%	14,3%
3.	2015	41,7%	33,3%	8,3%	8,4%	8,3%	12	83,3%	16,7%	-
4.	2016	50%	50%	-	-	-	2	100%	-	-
5.	2017	25%	50%	25%	-	-	4	75%	25%	-

<b>Total Jumlah</b>	59,3%	23,7%	8,5%	5,1%	3,4%	59	81,4%	13,6%	5%
---------------------	-------	-------	------	------	------	----	-------	-------	----

## PEMBAHASAN

Hasil wawancara sejalan dengan data kuantitatif yang peneliti dapatkan. Pada tabel 4.5 diatas, dapat dilihat bahwa pada kurun waktu tahun 2013 s.d 2017, tubrukan merupakan jenis kecelakaan yang menempati peringkat pertama sebesar 59,3%, setelah itu adalah kandas sebesar 23,7% dan tenggelam sebesar 5,1 %. Sedangkan dugaan faktor penyebab kecelakaan yang terbesar adalah faktor manusia sebesar 81,4%, peringkat kedua adalah faktor teknis sebesar 13,6% dan peringkat ketiga adalah faktor alam sebesar 5%.

Berdasarkan data-data hasil wawancara, observasi di lapangan dan studi pustaka ada beberapa hal krusial yang perlu digaris bawahi terhadap penyebab kejadian kecelakaan kapal di alur pelayaran barat Surabaya.

1. STCW (*standart training certification watchkeeping for seafarer*) 1978 amandemen 2010 chapter VIII, tentang tugas jaga dek

Dalam kasus beberapa kapal yang mengalami kebakaran ada beberapa aturan didalam STCW 1978 amandemen 2010 yang tidak dilaksanakan oleh petugas jaga terkait dengan fungsi pengawasan.

Didalam aturan disebutkan bahwa setiap petugas jaga harus melaksanakan pengawasan dengan cara berkeliling selama jam jaga dengan tujuan untuk mengetahui kondisi dikapal terkait dengan kegiatan bongkar muat dan kegiatan buruh diatas kapal. Kenyataan dikapal pada saat pelaksanaan tugas jaga masih ditemukan petugas jaga yang hanya duduk sambil ngobrol dengan krew kapal yang lain sehingga berpotensi lalai terhadap tugas jaganya. Disamping itu juga ditemukan pada saat jaga, petugas jaga kurang peduli dengan kondisi keamanan kapal ditunjukkan dengan membiarkan buruh yang bekerja dia-

tas kapal merokok dan membuang puntung rokok secara sembarangan, hal ini bisa menjadi penyebab awal terjadinya kebakaran diatas kapal karena puntung rokok yang dibuang masih hidup terbakar dan berpotensi membesar apabila terkena angin sehingga bisa menjadi penyebab awal kebakaran diatas kapal.

2. Peraturan Pencegahan Tubrukan (*A Guide to the Collision Avoidance Rules, A.N Cockroft and J.N.F Lameijer, sixth edition, 2004*)

## PENUTUP

### A. Simpulan

Dari penelitian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa jenis kecelakaan terbanyak adalah tubrukan dan dugaan faktor penyebab kecelakaan kapal yang paling tinggi prosentasenya adalah faktor manusia. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa faktor terbesar penyebab kecelakaan pelayaran adalah karena faktor manusia.

Dari hasil penelitian ini diketahui, pada kurun waktu tahun 2013 s.d 2017, tubrukan merupakan jenis kecelakaan yang menempati peringkat pertama sebesar 59,3%, setelah itu adalah kandas sebesar 23,7% dan tenggelam sebesar 5,1 %. Dugaan faktor penyebab kecelakaan yang terbesar adalah faktor manusia sebesar 81,4%, peringkat kedua adalah faktor teknis sebesar 13,6% dan peringkat ketiga adalah faktor alam sebesar 5%.

### B. Saran

Dalam kaitannya dengan penyebab faktor kecelakaan pelayaran yang diduga besar penyebabnya adalah dikarenakan sumber daya manusia, baik karena kurangnya pengetahuan dan kompetensi SDM di atas kapal, pelak-

sanaan dinas jaga yang sesuai prosedur dan aturan yang benar, serta pengawasan oleh pihak-pihak terkait agar dapat menjaga dan meningkatkan koordinasi dan komunikasi yang telah terjalin.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amin, Mohammad. 2015. Puluhan Kapal di Alur Pelayaran Barat Surabaya, Disisir Tim Gabungan, Jum'at, 18-12-2015, 00:24, <http://pojokpitu.com/baca.php?idurut=20065&&top=1&&ktg=Jatim&&keyrbk=Peristiwa&&keyjdl=Alur%20Pelayaran%20Barat%20Surabaya> (diakses pada hari Kamis, 30 Maret 2017)
- Bogdan, R., & Bilken, S. 2007. *Qualitative research for education : An Introduction to theory and practice*. 5<sup>th</sup> ed. Newyork : Perason Eduvcation, Inc.
- Bujana P.A, Yuwono. 2014. Studi Penentuan Draft dan Lebar Ideal Kapal terhadap Aluur Pelayaran (Studi Kasus Alur Pelayaran Barat Surabaya). Jurusan Teknik Geomatika, FTSP, ITS : Surabaya.
- Denzin, N.K., and Lincoln, S.Y. 2001. *Collecting and Interpreting Qualitative Materials*. London : Sage Publication
- GPEI Jatim. Tarif Konsesi Revitalisasi APBS, 30 Agustus 2016, <http://www.exportjatim.or.id/article/tarif-konsesi-revitalisasi-apbs-111.html> (diakses pada hari Kamis, 30 Maret 2017)
- Hadisubroto, Subino. 2007. *Pokok-pokok Pengumpulan Data, Analisis Data, Penafsiran Data dan Rekomendasi Data Penelitian Kualitatif*, Bandung : PPS IKIP Bandung.
- Kountur, Ronny. 2007. *Metode Penelitian untuk penulisan Skripsi dan Tesis*, edisi revisi. Jakarta : Penerbit PPM.
- Kuncoro. 2003. *Metode Riset Untuk Bisnis dan Ekonomi*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Lexy J. Moleong. 2005. *Metodologi Penelitian Kualitatif*, Edisi Revisi. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya.
- Murti, B. 2006. *Desain dan Ukuran Sampel Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif di bidang kesehatan*. Yogyakarta : Gajahmada University Press.
- Nasution. 2007. *Metode Reasearch : Penelitian Ilmiah*, Jakarta : Bumi Aksara
- Patton, M.Q. 1990. *Qualitative evaluation and research methods*. Beverly Hills, Ca : Sage.
- Patton, M.Q. 1987. *How To Use Qualitative Methods In Evaluation*. Newbury Park : sage Publication
- Peraturan Menteri Perhubungan No. 20 Tahun 2015 tentang Standar Keselamatan Pelayaran.
- Peraturan Menteri Perhubungan No. 68 Tahun 2011 tentang Alur Pelayaran di Laut.
- Peraturan Pemerintah No.05 Tahun 2010 tentang Kenavigasian.
- Peraturan Menteri No.03/MEN/1994 tentang Program Jamsostek
- Rosyidi. Heri, dkk. 2012. *Analisis Dampak Pengerukan Alur Pelayaran Pada Daya Saing Pelabuhan, Studi Kasus : Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya*. Surabaya : Jurusan Teknik Perkapalan, FTK, ITS.
- Silalahi, Ulber. 2009. *Metode Penelitian Sosial*. Bandung : PT. Refika Aditama
- Sugiyono. 2012. *Memahami Penelitian Kualitatif*. Bandung: CV Alfabeta.
- Suharsimi, Arikunto. 2002. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka cipta.
- Suharyo, O.S. 2017. *Aplikasi Formally Safety Assessment Model (FSAM-IMO) Untuk Penilaian Resiko dan Pencegahan Kecelakaan Kapal (Studi Kasus Alur Pelayaran Barat Surabaya)*. Surabaya : Direktorat Pascasarjana STTAL.
- Undang-Undang RI No. 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran.

- Wahyu, Dipta. Pelabuhan Tanjung Perak Overkapasitas, Kamis, 22 Mei 2014, 00:52, <http://www.jpnn.com/news/pelabuhan-tanjung-perak-overkapasitas> (diakses pada hari Kamis, 30 Maret 2017)
- Wikipedia. Alur Pelayaran, 6 Maret 2010. [https://id.wikipedia.org/wiki/Alur\\_pelayaran](https://id.wikipedia.org/wiki/Alur_pelayaran) (diakses pada hari Kamis, 30 Maret 2017)
- Yin, Robert K. 2003. Case Study Research. Design and Methods, Third Edition. London : Sage Publication

## PENERAPAN FUZZY UNTUK PENGONTROLAN PENDINGIN RUANGAN (AC) BERBASIS MIKROCONTROLLER

Oleh:  
**Hariyono<sup>1</sup>, Heri Sutanto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Elektro Pelayaran, Politeknik Pelayaran Surabaya

<sup>2</sup> Program Studi Teknika, Politeknik Pelayaran Surabaya

Email korespondensi: hariyono@poltekel-sby.ac.id

### ABSTRAK

Pemakaian alat pendingin ruangan semakin meningkat saat ini, hal ini dikarenakan pemanasan global yang terjadi di berbagai daerah. Namun untuk mengefisiensi penggunaan alat ini, maka diperlukan sebuah alat kontrol yang bisa mengendalikan alat pendingin udara secara otomatis yang menyesuaikan tinggi rendahnya suhu yang dikeluarkan berdasarkan suhu udara dan kegiatan manusia pada suatu ruangan. Penelitian ini akan menggunakan mikrokontroler ATmega 8535 dan terdapat 2 (dua) jenis sensor antara lain LM35 sebagai sensor suhu dan sensor PIR (Passive Infrared) sebagai sensor gerak. Penulis menggunakan

metode fuzzy logic dalam penyelesaian masalah khususnya untuk mengambil keputusan yang akan diproses oleh mikrokontroler Hasil yang diinginkan dalam penelitian ini adalah terciptanya sebuah alat simulasi pendingin ruangan yang dapat mendeteksi gerakan manusia dan suhu dalam sebuah ruangan. Berdasarkan hasil pendeteksian gerak dan suhu tersebut akan diproses secara fuzzy logic sehingga menghasilkan keluaran yang menentukan aktif-tidaknya serta tinggi-rendahnya suhu dari sebuah alat pendingin ruangan.

**Kata kunci :** Suhu, Ruangan, Sensor, LM35, PIR (Passive Infrared), Mikrokontroler ATmega8535,

### PENDAHULUAN

Sistem pendingin ruangan dalam sebuah ruangan menjadi sistem terbesar dalam konsumsi energi listrik. Semakin rendah suhu udara ruangan yang dikondisikan maka jumlah konsumsi daya listrik semakin besar. Besar derajat suhu udara pada ruangan, umumnya disesuaikan dengan kenyamanan pengguna. Pada umumnya pengguna mengatur suhu pendingin ruangan *remote* secara manual untuk mencapai kondisi suhu yang dirasa nyaman. Jika jumlah pengguna yang berpadat pada ruangan tersebut bertambah, maka nilai suhu yang ada pada ruanganpun ikut bertam-

bah. Pastinya kondisi suhu seperti ini mengurangi rasa nyaman bagi pengguna ruangan. Untuk mempertahankan suhu ruangan maka pendingin ruangan diatur lebih dingin lagi.

Penggunaan pendingin udara dalam kegiatan manusia saat ini seringkali kurang efisien. Penempatan pendingin udara pada setiap ruangan menimbulkan suatu kegiatan baru lagi untuk menghidupkan dan mematikan pendingin udara setiap kali manusia meninggalkan ruangan tersebut. Dengan kesibukan manusia hal tersebut terkadang dilupakan dan pada akhirnya pendingin udara tetap hid-

up walaupun tidak ada kegiatan manusia pada ruangan tersebut. Untuk membantu manusia dalam memanfaatkan pendingin udara secara efisien maka penulis menawarkan suatu pengendali pendingin udara otomatis yang dapat membaca kegiatan manusia pada suatu ruangan. Sementara itu, saat ini penggunaan *fuzzy logic* juga berkembang pesat. Antara lain penerapan *fuzzy* dalam bidang kontrol seperti yang telah dikembangkan oleh para peneliti sebelumnya. Kelebihan dari sistem ini adalah mampu memproses masukan berupa nilai-nilai riil (eksak) ke dalam besaran *fuzzy* dan mengolahnya menggunakan basis aturan untuk menghasilkan keputusan yang merupakan keluaran sistem *fuzzy* dengan sangat cepat.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Pengertian Sistem

Definisi sistem berkembang sesuai dengan konteks dimana pengertian sistem itu digunakan. Berikut akan diberikan beberapa definisi system secara umum:

1. Kumpulan dari bagian-bagian yang bekerja sama untuk mencapai tujuan yang sama.
2. Sekumpulan objek-objek yang saling berrealisasi dan berinteraksi serta hubungan antar objek bisa dilihat sebagai satu kesatuan yang dirancang untuk mencapai satu tujuan. Banyak ahli mengajukan konsep system dengan deskripsi yang berbeda, tetapi pada prinsipnya hampir sama dengan konsep dasar sistem pada umumnya.

### 2. Pendingin Ruangan

Pendingin ruangan atau pengkondisi udara atau penyaman udara adalah sistem atau mesin yang dirancang untuk menstabilkan suhu udara dan kelembaban suatu area yang digunakan untuk pendinginan maupun pemanasan tergantung pada sifat udara pada waktu tertentu. Alat pendingin ruangan ini biasa disebut "AC" berasal dari Singkatan *air conditioner* dalam bahasa inggris ([www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)).

### 3. Definisi Sistem Pengendali

Sistem merupakan suatu kesatuan unsur-unsur yang saling terkait baik secara konsep maupun fisik. Menurut Anthony I. Karamanlis, kendali dapat diartikan dengan mengatur, mengarahkan atau memerintah. (Anthony I. Karamanlis. *Power Plant Over View*. (Swiss: Asea Brown Boveri, 1997). hal 1.). Fungsi mengatur, mengarahkan dan memerintah tersebut berkaitan masukan (*input*) dan keluaran (*output*). Kendali berfungsi mengatur masukan (*input*) untuk memperoleh keluaran (*output*) yang diinginkan.

### 4. Fuzzy Logic

Logika *fuzzy* adalah suatu cara tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*. Teknik ini menggunakan teori matematis himpunan *fuzzy*. Logika *fuzzy* berhubungan dengan ketidakpastian yang telah menjadi sifat alamiah manusia. Ide dasar dari logika *fuzzy* muncul dari prinsip ketidakjelasan. Teori *fuzzy* pertama kali dibangun dengan menganut prinsip teori himpunan. Dalam himpunan konvensional (*crisp*), elemen dari semesta adalah anggota atau bukan anggota dari himpunan. Dengan demikian, keanggotaan dari himpunan adalah tetap.

### 5. Metode Fuzzy Mamdani

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode *Max-Min*. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk memperoleh *output*, diperlukan 4 tahapan yaitu :

1. Pembentukan Himpunan *Fuzzy* (Fuzzifikasi) Fuzzifikasi adalah suatu proses untuk merubah suatu masukan dari bentuk tegas (*crisp*) menjadi *fuzzy* (variabel linguistik) yang biasanya disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan *fuzzy* dengan suatu fungsi keanggotaannya masing-masing.
2. Aplikasi Fungsi Implikasi (Aturan) Aplikasi Fungsi Implikasi berisikan aturan-aturan *fuzzy* yang digunakan untuk mengontrol sistem. Aturan-aturan ini dibuat berdasarkan logika dan intuisi manusia,

serta berkaitan erat dengan jalan pikiran dan pengalaman pribadi yang membuatnya. Jadi tidak salah bahwa aturan ini dikatakan tidak subjektif, tergantung dari ketajaman yang membuat. Aturan yang telah ditetapkan digunakan untuk menghubungkan antara variable-variabel masukan dengan variabel-variabel keluaran.

3. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi dapat didefinisikan sebagai proses pengubahan besaran fuzzy yang disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan fuzzy keluaran dengan fungsi keanggotaannya untuk mendapatkan kembali bentuk tegasnya (*crisp*). Hal ini diperlukan sabab dalam aplikasi nyata yang dibutuhkan adalah nilai tegas (*crisp*). Ada beberapa metode defuzzifikasi yang bisa dipakai pada komposisi aturan MAMDANI (Kusumadewi 2004) antara lain :

a. Metode Centroid

Metode centroid ini juga dikenal sebagai metode COA (*Center of Area*) atau *Metode of Gravity*. Pada metode ini nilai tegas keluarannya diperoleh berdasarkan titik berat dari kurva hasil proses pengambilan keputusan (*inference*).

b. Metode Bisektor

Pada metode ini nilai tegas keluarannya diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain fuzzy yang memiliki nilai keanggotaan setengah dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah fuzzy.

6. Mikrokontroler Atmega 8535

Mikrontroller ATmega8535 merupakan mikrokontroler generasi AVR (*Alf and Vegard's Risk processor*). Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (*16-bits word*) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock*.

PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN Analisa Rancangan Sistem

Adapun rangkaian inputan yang digunakan dalam perancangan ini adalah sebagai berikut: 1. Sensor Gerak (Sensor *PIR*) Sensor *PIR* hanya menangkap energi panas yang dihasilkan dari pancaran tubuh manusia. Hal ini dikarenakan dalam sensor *PIR* terdapat *IR Filter* yang mampu menyaring panjang gelombang sinar inframerah pasif antara 8 sampai 14 mikrometer. Panjang gelombang yang dihasilkan dari tubuh manusia berkisar antara 9 sampai 10 mikrometer.

1. Sensor Suhu (Sensor LM35)

LM35 mempunyai jangkauan suhu antara 00 C - 1000 C dengan kenaikan 10mV untuk setiap derajat *celcius*, persamaan keluaran dapat dilihat sebagai berikut :

$$V_{LM35} = \text{Suhu} * 10 \text{ mV} \dots\dots\dots (3.2)$$

Pada perancangan sitem ini hanya akan bekerja apabila sensor suhu mendeteksi sinyal masukkan sensor sebesar 100C – 400C. Perubahan tegangan yang dikirimkan oleh sensor dapat dilihat pada table 4 di bawah ini :

Tabel 1. Perubahan Tegangan Sensor Suhu

Input (Celcius)	Suhu	Output Tegangan	
		(mVolt)	(Volt)
≤ 9		Tidak Bekerja	
10		100	0.10
15		150	0.15
20		200	0.20
25		250	0.25
30		300	0.30
35		350	0.35
40		400	0.40
≥ 41		Tidak Bekerja	

1. Perancangan Kendali Pendingin Ruangan

Pengendalian alat pendingin ruangan ditentukan oleh arus yang masuk transistor ke pendingin ruangan. Arus transistor bersumber dari arus keluaran dari ATmega8535, adapun arus dan tegangan sesuai dengan table 5 di bawah ini:

**Tabel 2.** Tegangan Pada Pendingin Ruangan

Arus Cooling Fan	Tegangan Input	Ket
10 mA	0 V	Padam
50 mA	2.0 V	Pelan
100 mA	3.5 V	Cepat
200 mA	5.0 V	Kencang

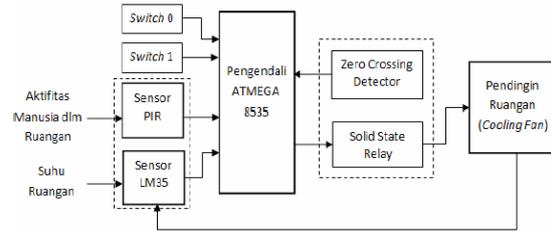
## 2. Perancangan Perangkat sistem

Adapun alat dan komponen pada perancangan sistem pengendali pendingin ruangan menggunakan *fuzzy logic* digunakan alat dan komponen sebagai berikut :

1. *Personal computer* (PC), yang digunakan untuk membuat program dan mendownloadkannya ke mikrokontroler ATmega8535.
2. Downloader ATmega8535, untuk mendownload program dari PC ke mikrokontroler ATmega8535.
3. Sensor Gerak (PIR) sebagai pendeteksi gerak manusia
4. Mikrokontroler ATmega8535 sebagai pengendali *fuzzy logic*.
5. *Solid State Relay* (SSR).
6. Maket ruangan untuk memodelkan proses kerja alat yang akan dikendalikan suhu keluarannya, maket ruangan tersebut menggunakan *cooling fan* sebagai alat pendingin ruangan.
7. Perangkat lunak

## 3. Perancangan Perangkat Keras

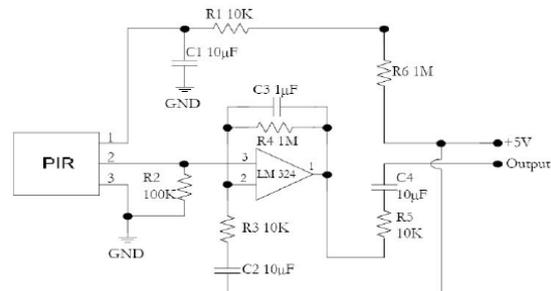
Perancangan perangkat keras meliputi perancangan rangkaian sensor gerak, sensor suhu, bagian pengendali berbasis mikrokontroler ATmega8535, rangkaian *solid state relay* (SSR). Dan blok diagram sistem perangkat keras seperti ditunjukkan pada gambar 12, sedangkan rangkaian keseluruhan terlampir.



**Gambar 1.** Blok Diagram Sistem Perangkat Keras

### 1. Perancangan Sensor Gerak (PIR)

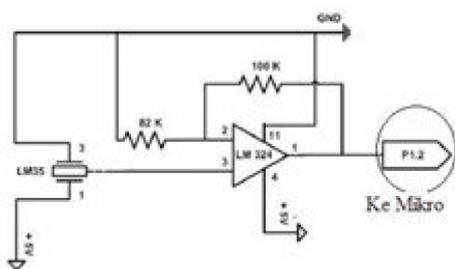
Rangkaian sensor gerak yang digunakan pada pengendali pendingin ruangan seperti yang ditunjukkan pada gambar 13. Sebagai sensor gerak adalah PIR (*Passive Infra Red*) yang berfungsi untuk mendeteksi aktifitas manusia di dalam ruangan yang mengubah energi gerak ke energi listrik yang selanjutnya akan diolah oleh mikrokontroler. Sensor PIR diletakkan pada pintu masuk, hal ini bertujuan supaya sensor dapat mendeteksi gerakan secara cepat.



**Gambar 2.** Rangkaian Sensor PIR

### 2. Perancangan Sensor Suhu (IC LM35)

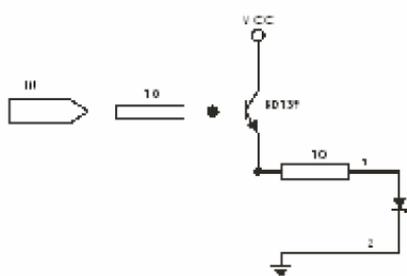
Alat yang digunakan sebagai sensor suhu adalah LM35 yang berfungsi untuk mengukur suhu di dalam ruangan kemudian diubah menjadi energi listrik yang selanjutnya akan diolah oleh mikrokontroler. Sensor LM35 diletakkan pada salah satu sisi dinding ruangan, hal ini bertujuan untuk mempermudah pendeteksian. Rangkaian sensor suhu yang digunakan pada pengendali pendingin ruangan seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Sensor IC LM35

### 3. Perancangan Modul Pengatur Tegangan (SSR)

Sebagai pengatur tegangan, digunakan rangkaian Solid State Relay yang pada prinsipnya adalah penggabungan antara penguat transistor dengan *cooling fan* sebagai pendingin ruangan. Jika ada logika 1 pada input (IN) rangkaian ini, transistor BD139 akan aktif arus dari catu daya akan mengalir dari *collector* ke *emitter*. Arus *emitter* akan membuat *colling fan* menjadi hidup. Jika terdapat logika 0 pada input (IN) rangkaian ini, maka transistor BD139 tidak akan aktif dan sambungan *collector* dan *emitter* (CE) seolah-olah seperti saklar terbuka. Hal ini mengakibatkan arus *emitter* tidak ada sehingga dioda dibias mundur. Pemberian logika 0 ataupun logika 1 tersebut dikendalikan oleh mikrokontroler.



Gambar 4. Rangkaian Solid State Relay

## PENUTUP

### A. Kesimpulan

Berdasarkan analisa metode *fuzzy logic* dan perancangan alat pengendali pendingin ruangan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Aplikasi *Code VisionAVR* sangat mendukung untuk perancangan program pem-

buatan system pengendali pendingin ruangan berbasis mikrokontroler.

2. Pengendalian alat pendingin ruangan yang penulis buat berupa alat simulasi.
3. Dengan adanya sistem pengendali pendingin ruangan ini dapat membantu dalam penghematan energi listrik.
4. Dari Sistem ATmega8535 berfungsi sebagai unit sentral yang memproses pengolahan sinyal analog dari sensor gerak dan sinyal digital dari sensor suhu menggunakan metode *fuzzy logic* sehingga mendapatkan suatu nilai keluaran yang berupa tegangan pada pendingin ruangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Naba, Agus, Dr., Eng. 2009. "Belajar Cepat Fuzzy Logic menggunakan MATLAB". Yogyakarta : Andi.
- Heryanto, Ary, ST., & Adi, Wisnu, Ir., 2008. "Pemograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATMEGA 8535". Yogyakarta : Andi.
- Sunyoto. 2010. "Dasar Refrigerasi dan Pengkondisian Udara". 6. Kusumadewi, Sri. dan Hari, Purnomo. 2004. "Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan". Graha Ilmu : Yogyakarta.
- Kusumadewi, Sri. 2002. "Analisa dan Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab". Graha Ilmu : Jakarta.
- "Logika Fuzzy". (<http://www.scribd.com>, diakses tanggal 01 Juni 2017).
- "Sensor Suhu LM35". (<http://www.scribd.com>, diakses tanggal 05 Juni 2017).
- Iswanto. "Modul Pelatihan Mikrokontroler Atmega8535". Universitas Muhammadiyah Yogyakarta : Yogyakarta

## STUDI KOMPARASI EMISI GAS BUANG MESIN DIESEL MENGUNAKAN BAHAN BAKAR SOLAR DAN MINYAK KELAPA (VIRGIN COCONUT OIL)

Oleh:  
**Saiful Irfan<sup>1</sup>, Hendra Purnomo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Teknika, Politeknik Pelayaran Surabaya

Email korespondensi: saiful.irfan@polteknik-pel-sby.ac.id

### ABSTRAK

Dalam penelitian ini tujuan yang akan dicapai adalah untuk mengetahui perbandingan dan pengaruh campuran bahan bakar solar dan biodiesel dari minyak kelapa (virgin coconut oil) pada mesin diesel terhadap CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, dan opasitas yang di hasilkan. Dari hasil pengujian didapatkan data konsentrasi CO<sub>2</sub> minimum didapat pada campuran B30 minyak kelapa (virgin coconut oil) yaitu 1,96%, sedangkan konsentrasi CO<sub>2</sub> maksimum terdapat pada campuran B10 minyak kelapa yaitu sebesar 4,96%.

Konsentrasi CO minimum didapat pada campuran B 30 minyak kelapa (virgin coconut oil) yaitu 4,77%, sedangkan konsentrasi CO maksimum terdapat pada campuran B10 minyak kelapa yaitu sebesar 7,01%. Konsentrasi gas buang maksimum untuk campuran solar dengan biodiesel adalah 44,01 ppm pada B10 minyak kelapa, sedangkan konsentrasi SO<sub>2</sub> minimum adalah 32,08 ppm. Penggunaan bahan bakar campuran solar dengan biodiesel dapat menurunkan konsentrasi CO, CO<sub>2</sub> dan SO<sub>2</sub> pada emisi gas buang.

**Kata Kunci** : mesin diesel, biodiesel, gas buang

### PENDAHULUAN

Indonesia yang saat ini dikenal sebagai salah satu negara pengekspor minyak bumi juga diperkirakan akan impor bahan bakar minyak pada 10 tahun mendatang, karena produksi dalam negeri tidak dapat lagi memenuhi permintaan pasar yang meningkat dengan cepat akibat pertumbuhan penduduk dan industri. Perkiraan ini terbukti dengan seringnya terjadi kelangkaan BBM di beberapa daerah di Indonesia pada saat ini. Banyak upaya yang telah dilakukan untuk menghadapi krisis energi ini, diantaranya adalah dengan memanfaatkan sumber energi dari matahari, batubara dan nuklir.

Cara lainnya adalah dengan melakukan berbagai penelitian untuk menemukan teknologi baru penghasil energi berbahan bakar alternatif yang terbarui (renewable energy) dan ramah lingkungan. Salah satu bentuk energi ini adalah biodiesel yang merupakan bahan bakar pengganti solar (Diesel Oil) pada mesin diesel. Biodiesel dapat dibuat dari minyak nabati yang diperoleh dari tanaman seperti minyak sawit, jarak pagar, minyak kelapa, kacang kedelai, bunga matahari dan biji-bijian. Biodiesel dikenal sebagai bahan bakar yang Ramah lingkungan karena bersifat dapat diperbaharui dan menghasilkan

emisi gas buang relatif lebih bersih dibandingkan dengan bahan bakar diesel konvensional yaitu minyak solar. Selain itu, biodiesel dikenal ramah lingkungan karena gas buang hasil pembakarannya yang dilepaskan ke atmosfer akan diserap kembali oleh tumbuhan untuk keperluan proses fotosintesis. Biodiesel akan mengurangi emisi gas buang tanpa mengorbankan unjuk kerja dan efisiensi dari mesin Hambatan terbesar mengenai aplikasi biodiesel adalah harganya yang masih mahal. Untuk penekanan harga biodiesel, pendekatan yang dilakukan adalah menggunakan bahan baku berkualitas rendah dalam proses pembuatannya, misalnya CPO berkualitas rendah, minyak goreng bekas dari pabrik pengolahan makanan, restaurant dsb. dan limbah dari pabrik pengolahan minyak goreng. Selain itu juga dapat digunakan minyak nabati lainnya seperti minyak kelapa dan minyak jarak.

Dalam sektor maritim yaitu pengoperasian kapal, pihak perusahaan juga mendapatkan tanggung jawab untuk berperan serta agar dalam pengoperasian kapalnya, berperan dalam upaya untuk mengurangi pencemaran udara yang salah satunya berasal dari emisi gas buang dari mesin kapal yang dioperasikan. Regulasi internasional Marpol 78 pada annex VI juga mengatur tentang tanggung jawab sektor maritim dalam penanggulangan pencemaran udara (air pollution). Dalam penelitian ini akan dikaji penggunaan campuran solar dan biodiesel dari minyak kelapa (virgin coconut oil), sebagai upaya untuk melaksanakan diversifikasi sumber energi berbahan nabati yaitu minyak kelapa.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Prestasi Motor Bakar Diesel

#### 1.1 Brake Horse Power

Daya motor merupakan daya yang diberikan ke poros penggerak oleh motor dan biasanya dinyatakan dalam satuan daya kuda (HP). Besar dari daya motor dapat dinyatakan dengan menggunakan persamaan:

$$BHP = \frac{2 \cdot \pi \cdot Nd \cdot R \cdot P}{60} \text{ Watt}$$

#### 1.2 Torsi

Perhitungan Torsi Gesek

$$T = F_{ges} \cdot K \cdot R_m$$

#### 1.3. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (Be)

Pemakaian bahan bakar spesifik didefinisikan sebagai banyaknya bahan bakar yang terpakai perjam untuk menghasilkan setiap kW daya motor.

$$Be = \frac{\dot{m}_{bb}}{N_e}$$

#### 1.4 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar menyatakan ukuran pemakaian bahan bakar oleh suatu motor, pada umumnya dinyatakan dalam satuan massa bahan bakar per satuan waktu. Pemakaian bahan bakar dinyatakan dalam kg/ jam.

$$\dot{m}_{bb} = \frac{V}{\Delta t} \cdot \rho_{biodiesel} \cdot \left( \frac{3600}{1000} \right)$$

#### 1.5 Efisiensi Thermis

Efisiensi thermis didefinisikan sebagai efisiensi pemanfaatan kalor dan bahan bakar untuk diubah menjadi energi mekanis. Efisiensi thermal menyatakan perbandingan antara daya yang dihasilkan terhadap jumlah bahan bakar yang diperlukan untuk jangka waktu tertentu. Efisiensi thermal dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\eta_{th} = \frac{N_e}{\dot{m}_{bb} \times LHV} \times 100\%$$

## 2. Karakteristik Bahan Bakar

### • Berat Jenis

Berat jenis adalah perbandingan berat dari bahan bakar minyak yang dimaksudkan dengan berat dari air dengan volume yang sama, dimana suhu dari bahan bakar minyak dan suhu air adalah sama tingginya, yaitu umumnya 600 F.

- Viskositas

Viskositas adalah suatu ukuran dari besarnya perlawanan suatu bahan bakar cair untuk mengalir. Viskositas yang besar akan menyebabkan kerugian gesekan di dalam pipa, kerja pompa akan berat, sulit penyaringannya, dan kemungkinan kotoran ikut terendap dan sulit mengabutkan bahan bakar. Sedangkan viskositas yang terlalu rendah akan mengakibatkan bahan bakar dikabutkan terlalu halus, sehingga penetrasi ke ruang bakar rendah sehingga dapat merusak nozzle karena kurang pelumasan.

- Titik Nyala

Titik nyala adalah temperatur dimana uap bahan bakar tepat menyala jika berdekatan dengan api. Makin tinggi angka setananya maka makin rendah titik penyalannya. Titik nyala tidak memiliki efek pada unjuk kerja motor diesel. Titik nyala hanya diperlukan untuk pertimbangan keamanan dalam penyimpanan dari bahan bakar tersebut.

- Nilai Kalor

Nilai kalor dari bahan bakar yang dibakar adalah besarnya panas yang dihasilkan oleh bahan bakardengan jumlah tertentu dalam satuan kcal/kg bahan bakar.

- Angka Setana

Angka setana pada motor bakar untuk motor diesel menunjukkan kualitas penyalan dari bahan bakar. Semakin tinggi angka setana, maka semakin pendek waktu penundaan penyalannya. Angka setana mempengaruhi penyalan saat dingin, proses pembakaran, akselerasi, dan jumlah asap.

### 3 Gas Buang Mesin

Di Indonesia, kurang lebih 70% pencemaran udara disebabkan oleh emisi gas buang mesin kendaraan bermotor (Tjahja, 2004). Gas buang mesin kendaraan bermotor mengeluarkan zat-zat berbahaya yang dapat menimbulkan dampak negatif, baik terhadap kesehatan manusia maupun lingkungan. Pada kendaraan bermotor, bahan bakar merupakan salah satu faktor penyebab pencemaran terse-

but. Komponen utama bahan bakar fosil ini adalah hidrogen (H) dan karbon (C). Bahan pencemar yang terutama terdapat di dalam gas buang kendaraan bermotor adalah karbon monoksida (CO), senyawa hidrokarbon (HC), oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>), sulfur (SO<sub>x</sub>), dan partikulat debu termasuk timbal (Pb).

**Tabel 1.** Persentase Komponen Pencemar Udara dari Gas Buang Kendaraan

Komponen Pencemar	Persentase
CO	70,5
NO <sub>x</sub>	8,89
SO <sub>x</sub>	0,88
HC	18,34
Partikel	1,33
Total	100

Sumber: Wardhana, 2001.

Sumber pencemar udara menurut *environmental*

*Protection Agency* (EPA) ada tiga, yaitu:

- Sumber tetap (*stationary source*), seperti pembangkit alat listrik dan pabrik atau industri.
- Sumber bergerak (*mobile source*), seperti alat alat transportasi (mobil, pesawat, kereta api, dan lain-lain).
- Sumber alamiah (*natural source*), seperti letusan gunung berapi dan angin yang meniup debu dari tanah. Klasifikasi pencemar udara dapat dibedakan berdasarkan sumber, komposisi kimia, dan bentuknya.

- Pencemar berdasarkan sumbernya

Berdasarkan sumbernya terdapat dua jenis pencemar udara yaitu: (Soedomo, 2001)

- Polutan primer

Pencemar yang langsung diemisikan dari sumber dan berada di atmosfer dalam bentuk semula tanpa mengalami perubahan. Contoh: senyawa sulfur oksida (SO<sub>x</sub>), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), hidrokarbon (HC).

- Polutan sekunder

Pencemaran yang terbentuk di atmosfer sebagai hasil interaksi kimia antara pencemaran primer dan konstituen atmosferik. Contoh: ozon (O<sub>3</sub>), *peroxyacetyl nitrate* (PAN) yang

terbentuk karena reaksi fotokimia, hidrolisis atau oksidasi.

## 2. Pencemar berdasarkan komposisi kimia

Berdasarkan komposisi kimia, polutan primer maupun sekunder dikelompokkan menjadi:

### a. Polutan organik

Polutan yang mengandung sebagian besar karbon dan hidrogen.

### b. Polutan anorganik

Polutan yang terdiri dari karbon monoksida (CO), karbondioksida (CO<sub>2</sub>), karbonat, oksida sulfur, oksida nitrogen, ozon, hidrogen sulfida, dan hidrogen klorida.

## 3. Pencemar berdasarkan bentuknya

Berdasarkan bentuk atau keadaannya, pencemardiklasifikasikan menjadi: (Koestiyowati, 2001)

### a. Partikulat

Partikulat adalah bentuk terdispersi dari padatan atau cairan dengan ukuran molekul tunggal lebih besar dari 0,002  $\mu\text{m}$  tetapi lebih kecil dari 500  $\mu\text{m}$ . Partikulat ini dapat berupa padatan yaitu: debu (*dust*), asap (*smoke*), *fume*, *fly-ash*, dan dalam bentuk cairan berupa mist (*spray*).

### b. Pencemar dalam bentuk gas

Berupa cairan tak berbentuk, menempati ruang ditempat gas tersebut dilepaskan, berperilaku seperti udara, dan tidak mengendap di atmosfer. Contohnya: hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), oksida nitrogen, dan oksida sulfur.

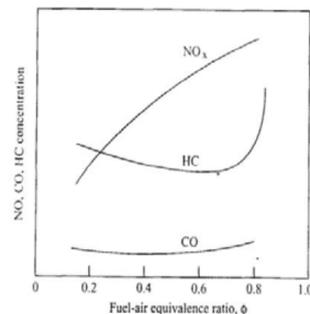
## 4. Jenis Gas Buang

### 4.1 Partikulat

Polutan partikulat yang berasal dari buangan mesin umumnya merupakan fasa padat yang terdispersi dalam udara dan membentuk asap. Fasa padatan tersebut berasal dari pembakaran tak sempurna bahan bakar minyak yang berkomposisi senyawa organik hidrokarbon. Partikel asap mempunyai diameter berkisar 0.5 – 1  $\mu\text{m}$ .

### 4.2 Hidrokarbon (HC)

Sesuai dengan namanya, komponen hidrokarbon hanya terdiri dari elemen hidrogen dan karbon. Pelepasan hidrokarbon dari gas buang mesin disebabkan oleh pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna akibat adanya bahan bakar yang tidak terbakar. Salah satu faktor yang mempengaruhi munculnya hidrokarbon dalam buangan mesin adalah rasio udara-bahan bakar. Gambar di bawah ini menunjukkan pengaruh antara rasio ekivalen-udara-bahan bakar ( $\phi$ ) terhadap konsentrasi-hidrokarbon yang dihasilkan pada mesin Dieselempat langkah. Dari gambar dapat dilihat bahwa emisi HC akan berkurang dengan bertambahnya  $\phi$ . Tingginya  $\phi$  akan meningkatkan temperatur disilinder yang akan mempermudah pembakaran campuran udara-bahan bakar over mixed (sangat miskin) dan under mixed (campuran kaya). Padaputaran tinggi, hidrokarbon akan meningkat kembali jika jumlah bahan bakar yang diinjeksikan terlalu banyak selama proses pembakaran.



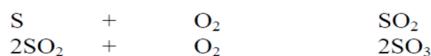
### 4.3 Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida adalah suatu komponen yang tak berwarna, tak berasa dan tak berbau. Karbon monoksida yang terdapat di alam terbentuk dari salah satu proses berikut:

1. Pembakaran tidak lengkap dan sempurna terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
2. Reaksi antara CO<sub>2</sub> dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
3. Pada suhu tinggi CO<sub>2</sub> terurai menjadi CO dan O<sub>2</sub>

#### 4.4 Sulfur Oksida (SOx)

Polusi oleh sulfur oksida terutama disebabkan oleh dua komponen gas yang tidak berwarna yaitu, sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) dan sulfur trioksida (SO<sub>3</sub>), dan keduanya disebut sebagai SO<sub>x</sub>. Sulfur dioksida mempunyai karakteristik bau yang tajam dan tidak terbakar di udara, sedangkan sulfur trioksida merupakan komponen yang tidak reaktif. Pembakaran bahan-bahan yang mengandung sulfur akan menghasilkan kedua bentuk sulfuroksida, tetapi jumlah relatif masing-masing tidak dipengaruhi oleh jumlah oksigen yang tersedia. Meskipun udara tersedia dalam jumlah cukup, SO<sub>2</sub> selalu terbentuk. Jumlah SO<sub>3</sub> yang terbentuk dipengaruhi oleh kondisi reaksi, terutama suhu, dan bervariasi 1 sampai 10% dari total SO<sub>x</sub>. Mekanisme pembentukan SO<sub>x</sub> dapat dituliskan dalam dua tahap reaksi sebagai berikut



#### 4.5 Nitrogen Oksida (NOx)

Nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>) adalah kelompok gas yang terdapat di atmosfer yang terdiri dari gas nitrikoksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>). Umumnya oksida nitrogen berbentuk nitrogenmonoksida (NO), dan sejumlah kecil nitrogendioksida (NO<sub>2</sub>). Pembentukan NO<sub>x</sub> sangat bergantung pada temperatur, lamanya gas hasil pembakaran berada yang tersedia. NO<sub>x</sub> timbul karena adanya reaksi nitrogen dan oksigen pada temperatur yang tinggi. Semakin tinggi suhu pembakaran, semakin tinggi pula konsentrasi NO<sub>x</sub> yang dihasilkan.

### 5. Gas Buang Pada Biodiesel

Penggunaan biodiesel pada mesin dapat mengurangi emisi tanpa mengorbankan unjuk kerja dan efisiensi dari mesin. Biodiesel pada campuran 20% dapat mengurangi partikulat sebanyak 30%, CO<sub>2</sub> sebanyak 21%, dan total hidrokarbon sebanyak 47%. Sedangkan penggunaan biodiesel 100% dapat menurunkan

emisi CO<sub>2</sub> sampai 100%, menurunkan emisi SO<sub>2</sub> sampai 100%, menurunkan emisi CO antara 10% sampai 50% dan menurunkan emisi HC antara 10% sampai 50%. Penggunaan biodiesel tidak mengurangi emisi NO<sub>x</sub>. Nitrogen oksida pada gas buang mesin merupakan hasil pembakaran nitrogen. Hal ini terjadi dikarenakan biodiesel terbuat dari minyak tumbuhan yang banyak mengandung unsur nitrat.

Semakin banyak penambahan biodiesel yang digunakan dalam campuran bahan bakar mesin maka konsentrasi NO<sub>x</sub> yang dihasilkan akan semakin tinggi. Walaupun penggunaan biodiesel 100% dapat mengurangi pembentukan gas buang, penggunaannya tidak disarankan karena dapat merusak saluran bahan bakar dan komponen mesin yang terbuat dari karet alami seperti seal.

## METODE PENELITIAN

### 1 Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan kategori penelitian percobaan (eksperimen) berskala laboratorium. Penelitian ini dirancang melibatkan dua faktor perlakuan dengan masing-masing faktor perlakuan terdiri dari beberapa taraf perlakuan.

### 2. Tempat Penelitian

Penelitian tentang studi komparasi emisi gas buang mesin diesel menggunakan bahan bakar solar dan minyak kelapa (virgin coconut oil) dilaksanakan oleh tim peneliti politeknik Pelayaran Surabaya bekerjasama dengan Lab. Bahan Bakar dan Pelumas yang bertempat Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang.

#### 2.1 Prosedur Pengujian Prestasi Motor Diesel

1. Membuat campuran bahan bakar solar dengan biodiesel dari minyak kelapa yang bervariasi yaitu B 10, B 20, B30 Keterangan :

B 10 : Biodiesel 10 %, Solar 90 %

B 20 : Biodiesel 20 %, Solar 80 %

B 30 : Biodiesel 30 %, Solar 70 %

### 3. Variabel Penelitian

Variabel bebas

Variabel bebas atau disebut dengan independent variable dalam penelitian ini adalah solar murni dan dicampur dengan biodiesel dari minyak kelapa, B10, B20, B30)

Variabel terikat

Variabel terikat atau hasil disebut dengan dependent variable dalam penelitian ini adalah CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>,

Variabel control

Variabel kontrol disebut pembandingan hasil penelitian eksperimen yang dilakukan kontrol dalam penelitian ini ialah:

- Mesin Diesel Nissan D22 dengan putaran mesin (1000, 1500, 2000, 2500, 3000) dengan *range* putaran 500 rpm.
- Temperatur oli mesin saat pengujian (60-70°C).
- Temperatur udara luar (25°C-35°C)
- Kelembaban udara (humidity)

Instrumen pengukur yang tersedia dalam instalasi percobaan motor bakar diantaranya adalah rpm meter (*tachometer*), *orsat apparatus opacity* meter dan temperatur air pendingin, pengukur temperature pada berbagai titik ukur dan lain, gas analyzer.

#### 4. Prosedur Penelitian

Untuk mendapatkan data penelitian yang akurat, metode pengujian dilakukan berdasarkan standar. Metode pengujiannya yaitu diakselerasi tanpa beban (*free running acceleration*)

##### Prosedur Pengujian

Persiapan awal

- Menyalakan pompa pengisi untuk mengisi air dalam tangki sampai level air mencapai tinggi aman.
- Membuka keran air pada pipa-pipa yang mengalirkan air ke mesin dan ke *dynamometer*.
- Mengatur debit air yang mengalir pada *flowmeter* pada debit tertentu dengan mengatur bukaan keran pada *flowmeter*.
- Power switch ditekan untuk menghidupkan alat-alat ukur.
- Menghidupkan alarm *dynamometer* yang akan memberitahukan jika terjadi *over-*

*heating* dan level air kurang.

- Menyalakan *dynamo power control* dan atur kondisi poros mesin dalam keadaan tanpa beban

Cara menghidupkan mesin

- Setelah semua persiapan diatas dipenuhi, menyalakan kunci kontak pada posisi memanaskan mesin terlebih dahulu sampai indikator *glow signal* menyala.
- Putar posisi kunci ke posisi *start* sambil *throttlevalve* dibuka sedikit sampai mesin menyala (seperti menyalakan mesin mobil).
- Setelah mesin menyala biarkan mesin berjalan beberapa saat untuk menstabilkan kondisi
- Set mesin pada putaran dan pembebanan konstan yang diinginkan
- Hidupkan alat ukur "Quintox flue gas analyzer" biarkan alat melakukan kalibrasi otomatis agar sensor disetel ke nol
- Setelah kalibrasi otomatis komplit, letakkan ujung probe yang runcing pada titik pengambilan sampling yaitu pada knalpot mesin
- Setelah beberapa menit baca dan catat hasil pengukuran yang didapatkan (lakukan tiga kali pembacaan untuk data yang sama
- Ulangi langkah-langkah pengujian di atas untuk variasi campuran biodiesel-solar yang berbeda

#### 2. Teknik Analisis Data

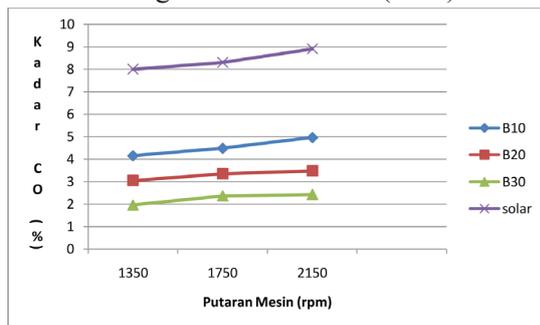
Penelitian ini menggunakan metode statistika deskriptif dan analisis regresi. Metode statistik deskriptif merupakan metode statistik dengan mengumpulkan informasi atau data dari setiap hasil perubahan yang terjadi melalui eksperimen secara langsung. Statistik deskriptif frekuensi juga menjelaskan cara penyajian data, dengan tabel biasa maupun distribusi frekuensi, grafik garis maupun batang, diagram lingkaran, dan pictogram (Sugiyono, 2010:29).

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 1. Analisa Perbandingan Emisi

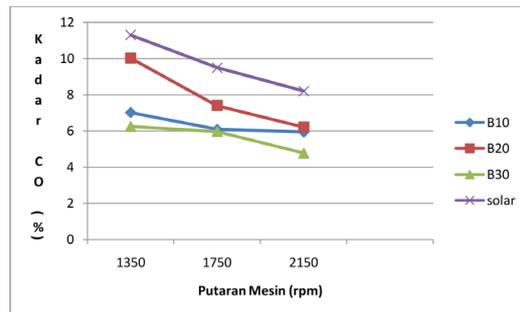
Dari hasil pengukuran yang didapatkan dapat dibuat grafik yang memberikan hubungan antara jenis bahan bakar dengan konsentrasi dari gas buang yang dihasilkan oleh motor bakar disel yang terdiri NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, HC, CO<sub>2</sub>, CO. Yang akan dibandingkan adalah gas buang yang dihasilkan oleh motor bakar disel dengan menggunakan campuran solar dengan biodiesel minyak kelapa pada berbagai konsentrasi (B10, B20, B30), semua pengujian dilakukan pada putaran 1350 rpm, 1750 rpm dan 2150 rpm.

4.1 Grafik hasil pengukuran konsentrasi gas buang Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>)



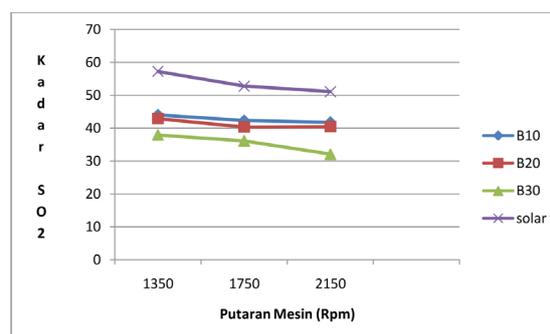
Secara teoretis penggunaan biodiesel sebagai campuran bahan bakar mesin akan mengurangi timbulnya emisi CO<sub>2</sub>. Dari grafik terlihat bahwa konsentrasi gas buang CO<sub>2</sub> dari menggunakan campuran solar dengan biodiesel minyak kelapa (B10, B20, B30) lebih rendah dibandingkan dengan solar murni. Konsentrasi CO<sub>2</sub> minimum didapat pada campuran B30 minyak kelapa (virgin coconut oil) yaitu 1,96%, sedangkan konsentrasi CO<sub>2</sub> maksimum terdapat pada campuran B10 minyak kelapa yaitu sebesar 4,96%. Ini artinya penggunaan bahan bakar dengan campuran solar dengan biodiesel minyak kelapa (virgin coconut oil) lebih ramah lingkungan dari pada penggunaan bahan bakar dengan solar murni tanpa campuran biodiesel.

4.2 Grafik hasil pengukuran konsentrasi Karbon Monoksida (CO)



Secara teoretis penggunaan biodiesel sebagai campuran bahan bakar mesin akan mengurangi timbulnya emisi CO. Dari grafik terlihat bahwa konsentrasi gas buang CO dari menggunakan campuran solar dengan biodiesel minyak kelapa (B10, B20, B30) lebih rendah dibandingkan dengan solar murni. Konsentrasi CO minimum didapat pada campuran B30 minyak kelapa (virgin coconut oil) yaitu 4,77%, sedangkan konsentrasi CO maksimum terdapat pada campuran B10 minyak kelapa yaitu sebesar 7,01%. Ini artinya penggunaan bahan bakar dengan campuran solar dengan biodiesel minyak kelapa (virgin coconut oil) dapat menurunkan emisi karbon Monoksida (CO).

4.3 Grafik hasil pengukuran konsentrasi Sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>)



Penggunaan biodiesel sebagai campuran bahan bakar mesin akan mengurangi timbulnya emisi SO<sub>2</sub>, Karena biodiesel yang berasal dari minyak tumbuhan hampir bebas kandungan sulfur sehingga dengan penambahan bio-

diesel ke dalam bahan bakar akan dapat mengurangi kandungan sulfur dalam bahan bakar itu sendiri akibatnya nilai emisi SO<sub>2</sub> dari hasil pembakaran bahan bakar mesin akan berkurang juga. Pada grafik terlihat bahwa nilai konsentrasi gas buang maksimum untuk campuran solar dengan biodiesel adalah 44,01 ppm pada B10 minyak kelapa, sedangkan konsentrasi SO<sub>2</sub> minimum adalah 32,08 ppm. Secara umum, penggunaan campuran solar-biodiesel sebagai bahan bakar masih layak dan aman untuk digunakan karena nilai emisi SO<sub>2</sub> campuran solar-biodiesel tersebut masih berada dibawah standar emisi SO<sub>2</sub> maksimal yang dibolehkan yaitu 46 ppm.

## **PENUTUP**

### **Kesimpulan**

Dari hasil pengujian didapatkan data :

1. Konsentrasi CO<sub>2</sub> minimum didapat pada campuran B30 minyak kelapa (virgin coconut oil) yaitu 1,96%, sedangkan konsentrasi CO<sub>2</sub> maksimum terdapat pada campuran B10 minyak kelapa yaitu sebesar 4,96%.
2. Konsentrasi CO minimum didapat pada campuran B 30 minyak kelapa (virgin coconut oil) yaitu 4,77%, sedangkan konsentrasi CO maksimum terdapat pada campuran B10 minyak kelapa yaitu sebesar 7,01%.
3. Konsentrasi gas buang maksimum untuk campuran solar dengan biodiesel adalah 44,01 ppm pada B10 minyak kelapa, sedangkan konsentrasi SO<sub>2</sub> minimum adalah 32,08 ppm
4. Penggunaan bahan bakar campuran solar dengan biodiesel dapat menurunkan konsentrasi CO, CO<sub>2</sub> dan SO<sub>2</sub> pada emisi gas buang.

### **Saran**

1. Pada penelitian mendatang dapat dilakukan pengujian untuk mendapatkan data kandungan NO<sub>x</sub> dan HC pada emisi gas buang
2. Dilakukan perbandingan emisi gas buang dengan biodiesel jenis lain seperti minyak jarak.

## PENGARUH JUMLAH SUDU SENTRIFUGAL IMPELLER TERHADAP KAPASITAS DAN EFISIENSI POMPA SENTRIFUGAL

Oleh:

**Antonius Edy Kristiyono<sup>1</sup>, Monika Retno Gunarti<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Elektro Pelayaran, Politeknik Pelayaran Surabaya

<sup>2</sup> Program Studi Teknika, Politeknik Pelayaran Surabaya

Email korespondensi: antonius.edy@poltekpel-sby.ac.id

### ABSTRAK

Pompa sentrifugal adalah salah satu pompa yang umum digunakan dalam memenuhi kebutuhan air dalam kehidupan sehari-hari. Pompa dalam industri maupun aplikasi di perkapalan biasanya digunakan untuk transportasi fluida, dimana kerja dari pompa tersebut tergantung dari sifat dan jenis fluida. Pemilihan jenis pompa yang digunakan didasarkan pada nilai ekonomis jarak fluida yang akan dipindahkan. Pompa sentrifugal adalah jenis pompa yang sangat banyak dipakai oleh industri, terutama industri pengolahan dan pendistribusian air, termasuk di dalamnya pada sektor transportasi laut yaitu dipakai di kapal. Pompa – pompa sentrifugal pada dasarnya adalah mesin – mesin berkecepatan. Kinerja pompa sentrifugal pada dasarnya dipengaruhi oleh desain *impeller* dan rumah pompa. Banyak faktor yang berpengaruh terhadap desain *impeller* seperti sudut masuk dan sudut keluar *impeller* serta jumlah sudu dari *impeller*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah sudu pada sentrifugal *impeller* terhadap kapasitas pompa sentrifugal dan efisiensi pompa sentrifugal dan mengetahui pengaruh variasi kecepatan putar terhadap kapasitas pompa sentrifugal dan efisiensi pompa sentrifugal. Metode dalam penelitian ini adalah menggunakan metode eksperimen untuk memperoleh pengaruh variasi jumlah sudu pada sentrifugal *impeller* terhadap kapasitas pompa sentrifugal dan efisiensi pompa sentrifugal, serta data tentang pengaruh variasi kecepatan putar terhadap kapasitas pompa sentrifugal dan efisiensi pompa sentrifugal. Semakin banyak jumlah sudu *impeller* sebanding dengan meningkatnya head, kapasitas air yang dipompakan dan efisiensi pompa. Begitu juga dengan pengaruh putaran terhadap kinerja pompa, sebanding pula dengan head, kapasitas dan efisiensi pompa. Dari penelitian yang peneliti lakukan didapatkan nilai head tertinggi dari desain *impeller* berupa torque flow *impeller* adalah 16,882 meter dengan jumlah sudu 4. Dan kapasitas tertinggi didapatkan pada *impeller* dengan jumlah sudu 4 dengan nilai kapasitas yaitu 35.047 liter permenit. Sedangkan efisiensi tertinggi didapatkan pada desain jumlah sudu 4 dengan nilai 40,126 % pada putaran 2000 rpm.

**Kata kunci:** Pompa Sentrifugal, Jumlah Sudu, Kapasitas dan Efisiensi

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang Masalah

Secara alamiah air akan mengalir dari tempat tinggi ke tempat rendah mengikuti gaya gravitasi bumi. Untuk aliran sebaliknya maka dibutuhkan peralatan yang dikenal dengan pompa. Pompa adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan (*fluida*)

dari suatu tempat ke tempat yang lain, melalui media (saluran) dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian hisap (*suction*) dan bagian tekan (*discharge*). Perbedaan

tekanan pada dua bagian tersebut diperoleh dari mekanisme perputaran impeller yang menjadikan bagian hisap vakum. Perbedaan tekanan pada sisi hisap inilah yang membuat cairan mampu berpindah. Pompa sentrifugal adalah salah satu pompa yang umum digunakan dalam memenuhi kebutuhan air dalam kehidupan sehari-hari. Pompa dalam industri maupun aplikasi di perkapalan biasanya digunakan untuk transportasi fluida, dimana kerja dari pompa tersebut tergantung dari sifat dan jenis fluida. Pemilihan jenis pompa yang digunakan didasarkan pada nilai ekonomis jarak fluida yang akan dipindahkan. Pompa sentrifugal adalah jenis pompa yang sangat banyak dipakai oleh industri, terutama industri pengolahan dan pendistribusian air, termasuk di dalamnya pada sektor transportasi laut yaitu dipakai di kapal. Beberapa keunggulan pompa sentrifugal adalah harga yang lebih murah, konstruksi pompa sederhana, mudah pemasangan maupun perawatan, kapasitas dan tinggi tekan (head) yang tinggi, kehandalan dan ketahanan yang tinggi. Pada pompa sentrifugal energy mekanik pada pompa sentrifugal zat cair ditinggalkan dengan aksi sentrifugal. Cairan terlempar tetap stabil akibat gaya sentrifugal. Zat cair yang masuk melalui sambungan isap yang konsentrik dengan sumbu suatu elemen putar berkecepatan tinggi yang disebut impeller (*impeller*), sehingga memiliki gaya kinetis yang tinggi. Pompa sentrifugal pada dasarnya terdiri dari satu impeller atau lebih yang dilengkapi dengan sudu – sudu, yang dipasangkan pada poros yang berputar dan diselubungi oleh sebuah rumah (casing). Fluida memasuki impeller secara aksial di dekat poros dan mempunyai energy potensial, yang diberikan padanya oleh sudu – sudu. Begitu fluida meninggalkan impeller pada kecepatan yang relative tinggi, fluida itu dikumpulkan didalam ‘volute’ atau suatu *diffuser* yang mentransformasikan energy kinetis menjadi tekanan. Ini tentu saja diikuti oleh pengurangan kecepatan. Sesudah kon-

versi diselesaikan, fluida kemudian dikeluarkan dari mesin tersebut. Aksi itu sama untuk pompa – pompa dengan pengecualian bahwa volume gas adalah berkurang begitu gas-gas tersebut melewati blower, sementara volume fluida secara praktis adalah tetap begitu fluida tersebut melewati pompa. Pompa – pompa sentrifugal pada dasarnya adalah mesin – mesin berkecepatan Kinerja pompa sentrifugal pada dasarnya dipengaruhi oleh desain *impeller* dan rumah pompa. Banyak faktor yang berpengaruh terhadap desain impeller seperti sudut masuk dan sudut keluar impeller serta jumlah sudu dari impeller.

## KAJIAN PUSTAKA

### 1. Definisi Fluida

Fluida adalah suatu substansi atau zat yang mengalami deformasi berkesinambungan jika dipengaruhi oleh gaya geser sekecil apapun. Sifat dari fluida adalah tidak dapat menahan perubahan bentuk secara permanen, bila suatu bentuk massa fluida akan diubah, maka di dalam fluida tersebut akan terbentuk suatu lapisan-lapisan, dimana lapisan tersebut membentuk lapisan yang baru. Fluida lebih mudah mengalir dikarenakan oleh ikatan molekul dalam fluida jauh lebih kecil dari ikatan molekul dalam zat padat, yang mengakibatkan fluida mempunyai hambatan yang relatif kecil pada perubahan bentuk karena gesekan.

Pada zat cair dan gas, zat cair tidak dapat mempertahankan bentuk yang tetap, zat cair mengikuti bentuk wadahnya dan volumenya dapat diubah. Zat gas tidak mempunyai bentuk, maupun volume yang tetap, gas akan berkembang mengisi seluruh wadah. Karena suatu fase cair dan gas tidak dapat mempertahankan suatu bentuk yang tetap, keduanya mempunyai kemampuan untuk mengalir. Oleh karena itu zat cair dan gas sering secara kolektif disebut sebagai fluida. Fluida ada dua jenis yaitu fluida mampu mampat dan fluida yang tak mampu tekanan, maka volume dan

suhunya akan mengalami perubahan. Salah satu contoh fluida mampu mampat adalah gas, sementara itu fluida tak mampu mampat yakni densitas fluida hanya sedikit terpengaruh oleh perubahan yang besar terhadap tekanan dan suhu, contohnya adalah air (Sularso, 1994).

## 2. Sifat Dasar Fluida

Untuk lebih memahami aliran fluida, maka harus mengetahui beberapa sifat-sifat dasar pada fluida. Adapun sifat-sifat dasar dari fluida yang perlu diketahui diantaranya yaitu kerapatan, tekanan dan kekentalan.

### a. Kerapatan

Kerapatan ( density ) dapat diartikan sebagai ukuran konsentrasi suatu zat yang dinyatakan dalam massa per satuan volume. Pada volume fluida yang tetap, massa jenis suatu fluida tetap tidak berubah. Sedangkan pada fluida cair, pengaruh keduanya kecil. Properti fluida yang lain yang berhubungan langsung dengan massa jenis adalah volume jenis, berat jenis dan *specific gravity*. Volume jenis merupakan kebalikan dari massa jenis yakni volume fluida dibagi dengan massanya. Sedangkan berat jenis adalah massa jenis fluida yang dikalikan dengan percepatan gravitasi atau berat fluida per satuan volume (Sularso, 199

### b. Tekanan

Jika permukaan suatu zat menerima gaya-gaya luar maka pada bagian permukaan zat yang menerima gaya tegak lurus akan mengalami tekanan. Bila gaya yang tegak lurus terhadap permukaan dibagi dengan luasan permukaan disebut dengan tekanan, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P = \frac{F}{A}$$

Dimana :

P = tekanan ( N/m<sup>2</sup>, N/cm<sup>2</sup> )

A = luas penampang ( m<sup>2</sup>, cm<sup>2</sup> )

F = gaya ( N )

Perlu diketahui dalam termodinamika, tekanan secara umum dinyatakan dalam harga

absolutnya. Tekanan absolut tergantung pada tekanan pengukuran sistem. Bila tekanan pengukuran sistem diatas tekanan atmosfer, maka dapat dirumuskan :

$$p_{abs} = p_{gauge} + p_{atm}$$

Dimana :

P<sub>abs</sub> = Tekanan absolut

p<sub>gauge</sub> = Tekanan pengukuran

p<sub>atm</sub> = Tekanan atmosfer

Sedangkan, bila tekanan pengukuran dibawah tekanan atmosfer, maka dapat dirumuskan :

$$p_{abs} = p_{atm} - p_{gauge} \quad (6)$$

Dimana :

p<sub>abs</sub> = Tekanan absolut

p<sub>atm</sub> = Tekanan atmosfer

p<sub>gauge</sub> = Tekanan pengukuran

### c. Kekentalan

Kekentalan atau viskositas merupakan sifat fluida yang menunjukkan kemampuan fluida untuk mengalir. Fluida dengan viskositas yang besar lebih sulit untuk mengalir dibandingkan dengan fluida dengan viskositas yang kecil. Viskositas suatu fluida bergantung pada temperatur. Fluida memiliki viskositas yang besar pada temperatur yang tinggi, hal ini berkebalikan dengan fluida cair, dimana dengan kenaikan temperatur, viskositas zat cair itu semakin kecil. Viskositas dibagi menjadi dua yaitu :

#### 1. Viskositas dinamik

Viskositas dinamik adalah sifat fluida yang menghubungkan tegangan geser dengan gerakan fluida, dirumuskan dengan :

$$\mu = \frac{\tau}{du/dy}$$

Dimana :

μ = viskositas dinamik ( kg/m.s )

τ = tegangan geser ( N/m<sup>2</sup> )

du/dy = gradien kecepatan ((m/s)/m)

#### 2. Viskositas kinematik

Viskositas kinematik adalah perbandin-

gan antara viskositas dinamik dengan kerapatan fluida, dapat dirumuskan dengan :

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

Dimana :

$\nu$  = viskositas kinematik ( m<sup>2</sup>/s )

$\mu$  = viskositas dinamik (kg/m.s)

### 3. Aliran Fluida

#### a. Klasifikasi aliran

Secara garis besar jenis aliran dapat dikelompokkan menjadi sebagai berikut (Olson, 1990):

##### a. Aliran Tunak

aliran tunak yaitu suatu aliran dimana kecepatannya tidak dipengaruhi oleh perubahan waktu, sehingga untuk kecepatan konstan pada setiap titik (tidak memiliki percepatan).

##### b. Aliran Tidak Tunak

Aliran tidak tunak yakni suatu aliran dimana terjadi perubahan kecepatan terhadap waktu.

### 4. Head

Head adalah suatu bentuk energi yang dinyatakan dalam satuan panjang (m) dalam SI. Head terdiri dari head ketinggian (Z), head kecepatan <sup>2</sup>, dan head tekanan. Head ketinggian menyatakan energi potensial yang dibutuhkan untuk mengangkat air setinggi (m) kolom air, head kecepatan menyatakan energi kinetik yang dibutuhkan untuk mengalirkan air setinggi (m) kolom air, sedangkan head tekanan adalah suatu energi aliran dari (m) kolom air yang memiliki berat sama dengan tekanan dari kolom (m) air tersebut.

#### a. Head Total Pompa

Head total pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan jumlah air seperti yang direncanakan, dapat ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa tersebut. Head total pompa dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$H = h_a + \Delta h_p + h_1 + \frac{v^2}{2g}$$

Dimana :

H = Head total pompa ( m )

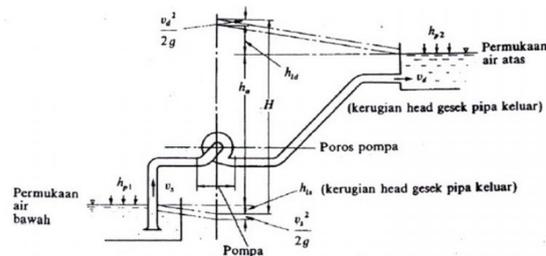
h<sub>a</sub> = Head statis total ( m )

$\Delta h_p$  = beda head tekanan yang bekerja pada kedua permukaan air ( m )

h<sub>1</sub> = Berbagai kerugian head di pipa, katup, belokan, sambungan ( m )

$$\frac{v^2}{2g}$$

adalah Head kecepatan keluar ( m )



Gambar 1. Instalasi pompa dan head total

Dalam hal pompa menerima energi dari aliran yang masuk ke sisi isapnya, seperti pada pompa penguat atau pompa *booster*, maka head total pompa dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$H = h_a + \Delta h_p + h_1 + \frac{1}{2g} ( v_d^2 - v_s^2 )$$

Dimana :

H = Head total pompa ( m )

h<sub>a</sub> = Perbedaan tinggi antara titik sembarang A di pipa keluar dan sembarang titik B di pipa isap ( m )

$\Delta h_p$  = Perbedaan tekanan statis antara titik A dan titik B ( m )

h<sub>1</sub> = Berbagai kerugian head di pipa, katup, belokan, sambungan ( m )

v<sub>d</sub> = Kecepatan aliran rata-rata di titik A ( m/s )

v<sub>s</sub> = Kecepatan aliran rata-rata di titik B ( m/s )

Apabila permukaan air yang berubah-ubah dengan perbedaan yang besar, maka head statis total harus ditentukan dengan mempertimbangkan karakteristik pompa, besarnya adalah selisih perubahan permukaan air, dan dasar yang dipakai untuk menentukan jumlah air yang harus dipompa. Hubungan antara tekanan dan head tekanan dapat dirumuskan :

$$h_p = \frac{\Delta p}{\gamma_{air}}$$

Dimana :

$H_p$  = Head Tekanan ( m )

$\Delta p$  = Tekanan ( Pa )

$\gamma$  = Berat per satuan volume zat cair yang dipompa ( N/m<sup>3</sup> )

### b. Head Kerugian ( *Head Loss* )

Head kerugian adalah head untuk mengatasi kerugian-kerugian yang terdiri dari kerugian gesek aliran dalam pipa, dan head kerugian di dalam belokan, percabangan dan perkatupan.

Kerugian Mayor

Kerugian dalam pipa atau bisa disebut *major losses* adalah kerugian yang disebabkan oleh gesekan aliran di sepanjang pipa. Untuk menghitung kerugian gesek dapat dirumuskan sebagai berikut (Fox dan Mc Donald, 1995) :

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Dimana :

$H_f$  = Kerugian gesek dalam pipa ( m )

$f$  = Koefisien kerugian gesek

$L$  = Panjang pipa ( m )

$D$  = Diameter dalam pipa ( m )

$V$  = Kecepatan aliran fluida ( m/s )

$g$  = percepatan gravitasi ( m/s<sup>2</sup> )

### b. Kerugian Head Dalam Jalur Pipa

Pada saat aliran fluida mengalami gangguan aliran yang menyebabkan kurangnya

energi aliran, hal ini dapat disebut sebagai head kerugian dalam jalur pipa. Secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$h_f = f \frac{v^2}{2g}$$

Dimana :  $h_f$  = Kerugian gesek dalam pipa ( m )

$f$  = Koefisien kerugian

$v$  = Kecepatan aliran fluida ( m/s )

$g$  = percepatan gravitasi ( m/s<sup>2</sup> )

Kerugian head ini sering terjadi pada :

1. Pada belokan ( *elbow* )

Pada belokan lengkung koefisien kerugian dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$f = \left[ 0,131 + 1,847 \left( \frac{D}{2R} \right)^{3,5} \right] \left( \frac{\theta}{90} \right)^{0,5}$$

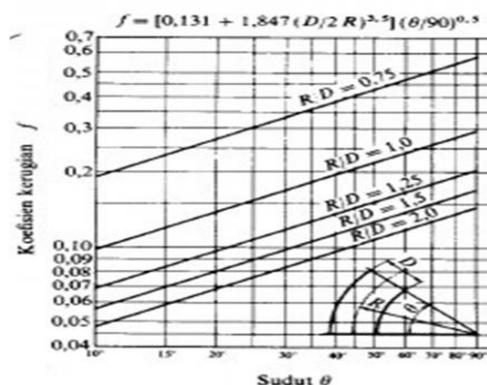
Dimana :

$D$  = Diameter dalam pipa ( m )

$R$  = Jari-jari lengkung sumbu belokan ( m )

$\theta$  = Sudut belokan ( ° )

$f$  = Koefisien kerugian



Gambar 2. Koefisien kerugian pada belokan

## 5. Teori Dasar Pompa

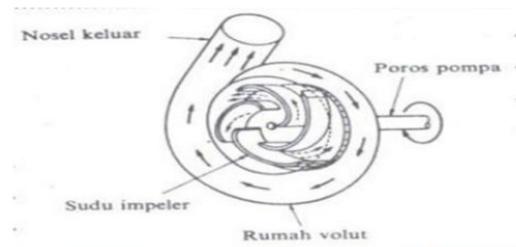
### a. Definisi Pompa

Pompa adalah salah satu jenis mesin fluida yang termasuk golongan mesin kerja. Pompa digunakan untuk mengalirkan atau memindahkan fluida dari satu tempat ke tempat yang lainnya. Prinsip kerja pompa adalah menghisap dan melakukan penekanan terhadap fluida. Dalam fungsinya, pompa mengubah mengubah energi gerak poros untuk kemudian menggerakkan sudu-sudu menjadi

energi gerak dan tekanan pada fluida. Pada umumnya pompa dipergunakan untuk menaikkan fluida dari sebuah reservoir, pengairan, pengisi ketel dan sebagainya. Dalam pelaksanaan operasionalnya pompa dapat bekerja secara tunggal, seri maupun paralel yang kesemuanya tergantung pada kebutuhan (Edwards, 1996).

### b. Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal digunakan untuk memberikan atau menambah kecepatan pada cairan dan kemudian merubahnya menjadi energi tekan. Cairan dipaksa masuk ke sebuah impeller. Daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeller yang ada berada dalam cairan tadi. Apabila impeller berputar maka zat cair yang ada dalam impeller akan ikut berputar akibat dorongan sudu – sudu pada impeller. Karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair mengalir dari tengah impeller menuju keluar melalui saluran diantara sudu – sudu dengan kecepatan tinggi. Zat cair yang meninggalkan impeller tersebut dikumpulkan di dalam rumah pompa (*casing*) yang berbentuk spiral atau biasanya disebut volut yang tugasnya mengumpulkan cairan dari impeller dan mengarahkan ke *discharge nozzle*. *Dischargenozzel* berbentuk seperti kerucut sehingga kecepatan aliran yang tinggi dari impeller bertahap turun, kerucut ini disebut *diffuser*. Pada waktu penurunan kecepatan di dalam *diffuser* energi kecepatan pada aliran cairan diubah menjadi energi tekan. Jadi impeller pompa berfungsi memberikan kerja pada zat cair sehingga energi yang dikandungnya akan menjadi lebih besar (Sularso, 1994).



Gambar 3. Bagian aliran fluida dalam pompa

sentrifugal

## 6. Dasar Perhitungan Pompa

Dasar perhitungan yang digunakan untuk menganalisis data yang didapat, adalah dengan menggunakan persamaan dibawah ini.

### 1. Daya

Daya adalah kerja yang dilakukan per satuan waktu. Satuan daya adalah HP atau watt.

#### a. Daya Hidrolik

Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$P_{pompa} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \text{ ( watt )} \quad (18)$$

Dimana :

$\rho$  = Kerapatan fluida ( kg/m<sup>3</sup> )

$g$  = Percepatan gravitasi ( m/s<sup>2</sup> )

$Q$  = Laju aliran ( m<sup>3</sup>/s )

$H$  = Head pompa ( m )

#### b. Daya Listrik

Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$P_{listrik} = V \cdot I$$

Dimana :

$V$  = Tegangan listrik ( V )

$I$  = Arus listrik ( A )

### 2. Tekanan

Tekanan yang diperoleh dari alat ukur manometer air raksa, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$p_1 + \gamma_{air} \cdot h_1 - \gamma_{raksa} \cdot h_2 - \gamma_{air} \cdot h_3 = p_2$$

$$p_1 - p_2 = \gamma_{air} \cdot (h_3 - h_1) + \gamma_{raksa} \cdot h_2$$

Dimana :

$h_1, h_2, h_3$  = Ketinggian manometer air raksa ( m )

$\gamma_{raksa}$  = Berat jenis air raksa ( N/m<sup>3</sup> )

$\gamma_{air}$  = Berat jenis air ( N/m<sup>3</sup> )

### 3. Efisiensi pompa

$$\eta = \frac{P_{pompa}}{P_{listrik}} \times 100 \%$$

Dimana :

$P_{pompa}$  = Daya Hidraulik ( Watt )

$P_{listrik}$  = Daya listrik ( Watt )

## METODOLOGI PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini adalah menggunakan metode eksperimen untuk memperoleh satu pengaruh variasi jumlah sudut pada sentrifugal impeller terhadap kapasitas pompa sentrifugal dan efisiensi pompa sentrifugal, serta data tentang pengaruh variasi kecepatan putar terhadap kapasitas pompa sentrifugal dan efisiensi pompa sentrifugal.

Penelitian ini dilaksanakan oleh tim dosen teknik Politeknik Pelayaran Surabaya, pengujian di lakukan di laboratorium Mekanika Fluida Universitas Negeri Surabaya.

**Tabel 1.** Pengambilan data

NO SAMPEL	JUMLAH SUDU	KECEPATAN PUTARAN (rpm)	FLUIDA
1	3	1300	air
2	4	1300	air
3	3	2000	air
4	4	2000	air

Alat penelitian adalah alat yang digunakan dalam penelitian, dalam penelitian ini alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

· Pompa sentrifugal yang dirakit dengan komponen-komponen sebagai berikut:

a. Motor pompa

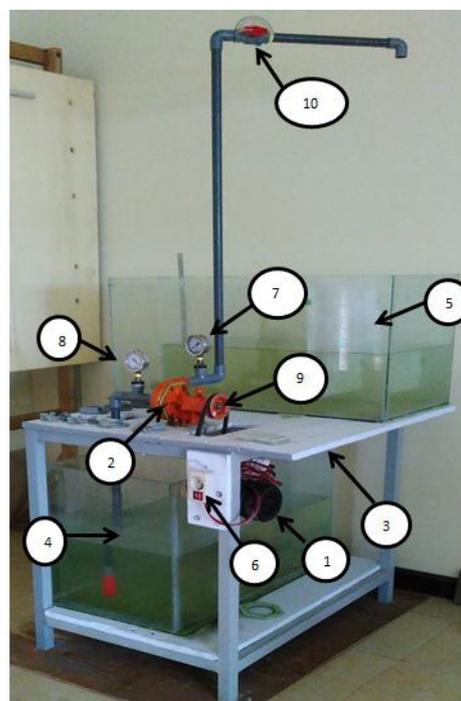
- rumah pompa (*volute*)
- *Elbow 90o*
- Dudukan / meja
- Pipa yang digunakan adalah berbahan PVC dengan keterangan sebagai berikut:
  - Diameter pipa *discharge* : 3/4"
  - Diameter pipa *suction* : 3/4"
  - Panjang pipa *discharge* : 0.75 m
  - Panjang pipa *suction* : 1 m
- Bak penampungan sebagai sumber air
- *Pressure guage*, alat ukur tekanan yang nantinya digunakan untuk mengukur tekanan air yang masuk maupun yang keluar dari pompa.
- *V-Notch*, alat ini digunakan untuk mengukur besarnya debit yang mengalir, cara ker-

janya adalah mengukur ketinggian air yang mengalir lewat *V-Notch weir*.

- *Mistar*, digunakan untuk menghitung ketinggian air pada *V-notch* dan bak penampungan
- *Clamp meter* digunakan sebagai pengukur arus dan tegangan listrik.
- *Tachometer* di gunakan untuk mengukur besarnya putaran poros motor.
- Alat kerja bangku, alat yang nantinya akan digunakan dalam proses perancangan pompa sentrifugal.

### 1. Skema perancangan pengujian

Skema perancangan Pompa sentrifugal dapat di lihat dari gambar, sebagai berikut:



Keterangan:

1. Motor
2. Rumah pompa
3. Meja .
4. Bak penampungan
5. *V-notch*
6. Tombol on/off, tempat mengukur arus & volt
7. *Pressure gauge* pipa keluaran (*discharge*)
8. *Pressure gauge* pipa hisap (*suction*)
9. Pulley dan belt
10. Valve

Tahap pertama adalah menyiapkan alat dan bahan, dalam penelitian ini alat dan bahan yang harus disiapkan adalah semua alat dan komponen – komponen yang telah diuraikan pada sub instrument dan alat penelitian. Setelah alat dan bahan telah lengkap, langkah selanjutnya adalah perancangan pompa sentrifugal, langkah – langkah selanjutnya adalah sebagai berikut:

- Pemeriksaan tangki isap (*suction*) dan pipa isap.
- Pemeriksaan katup isap.
- Pemeriksaan air.
- Pemeriksaan pompa.
- Pemeriksaan motor.
- Pemeriksaan alat bantu lain.
- Pemeriksaan instalasi / sistem perpipaan.
- Pada kondisi diatas kemudian divariasikan *sentrifugal impeller* dengan jumlah sudu 3, 4, dengan variasi kecepatan 1300 rpm dan 2000 rpm dan nantinya akan dicari hasil *efisiensi* dan kapasitas terbaik. Setelah memvariasikan atau pemasangan salah satu *impeller*, Untuk kondisi awal katup *suction* ditutup penuh dan katup *discharge* ditutup penuh.
- Lalu pompa dijalankan, sebelumnya posisi katup *suction* dibuka penuh dan bila pompa belum bekerja dilakukan pemancingan.
- Selanjutnya setelah pompa bekerja katup *discharge* dibuka dari posisi 0°, 30°, 60°, 90°

Teknik analisis data yang digunakan untuk menganalisa data pada penelitian ini adalah statistika *deskriptif kuantitatif*. Teknik analisis data ini, dilakukan dengan cara menelaah data yang diperoleh dari eksperimen, dimana hasilnya berupa data kuantitatif yang akan dibuat dalam bentuk tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafis. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan atau menggambarkan data tersebut sebagaimana adanya dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan sehingga pada intinya adalah sebagai upaya memberi jawaban atas permasalahan yang diteliti (Sugiyono, 2007:14)

## PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

Dari hasil pengujian dengan menggunakan sudu 3 dan sudu 4 pada putaran 1300 rpm dan 2000 rpm dapat diperoleh data sebagai berikut :

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan *Torque Flow Impeller* Pompa Sentrifugal Sudu 3 pada putaran 1300 rpm

Bukaan Valve	Kapasitas Pompa (liter/ menit)	Head (m)	Efisiensi (%)
0°	27,105	4,653	18,514
30°	19,924	6,442	20,115
60°	3,271	10,186	5,693
90°	0,000	11,277	0,000

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan *Torque Flow Impeller* Pompa Sentrifugal Sudu 3 pada putaran 2000 rpm

Bukaan Valve	Kapasitas Pompa (liter/ menit)	Head (m)	Efisiensi (%)
0°	33,783	5,878	33,395
30°	27,885	8,021	39,388
60°	3,489	15,727	10,205
90°	0,000	16,826	0,000

Dari tabel 2 dan tabel 3 diatas dapat dilihat, semakin tinggi putaran motor mempengaruhi head, kapasitas dan efisiensi pompa. Hubungan antara putaran motor terhadap head, kapasitas dan efisiensi pompa adalah semakin tinggi putaran maka semakin tinggi pula head, kapasitas dan efisiensi pompa.

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan *Torque Flow Impeller* Pompa Sentrifugal Sudu 4 pada putaran 1300 rpm

Bukaan Valve	Kapasitas Pompa (liter/ menit)	Head (m)	Efisiensi (%)
0°	27,859	5,124	25,521
30°	21,099	6,942	26,228
60°	3,897	10,594	7,377
90°	0,000	11,686	0,000

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan *Torque Flow Impeller* Pompa Sentrifugal Sudu 4 pada putaran 2000 rpm

Bukaan Valve	Kapasitas Pompa (liter/ menit)	Head (m)	Efisiensi (%)
0°	35,047	5,899	34,824
30°	29,038	8,095	40,126
60°	4,365	15,781	12,479
90°	0,000	16,882	0,000

Dari table 4 dan tael 5 diatas dapat dilihat semakin tinggi putaran motor mempengaruhi head, kapasitas dan efisiensi pompa. Hubungan antara putaran motor terhadap head , kapasitas dan efisiensi pompa adalah semakin tinggi putaran maka semakin tinggi pula head, kapasitas dan efisiensi pompa

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian, analisa, dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin banyak jumlah sudu impeller sebanding dengan meningkatnya head, kapasitas air yang dipompakan dan efisiensi pompa. begitu juga dengan pengaruh putaran terhadap kinerja pompa, sebanding pula dengan head, kapasitas dan efisiensi pompa.
2. Dari penelitian yang peneliti lakukan didapatkan nilai head tertinggi dari desain impeller berupa torque flow impeller adalah 16,882 meter dengan jumlah sudu 4. Dan kapasitas tertinggi didapatkan pada impeller dengan jumlah sudu 4 dengan nilai kapasitas yaitu 35.047 liter permenit. Sedangkan efisiensi tertinggi didapatkan pada desain jumlah sudu 4 dengan nilai 40,126 % pada putaran 2000 rpm.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian, analisa, dan pembahasan yang telah dilaku-

kan tentang pengaruh jumlah sudu torque flow impeller terhadap kinerja impeller, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan bisa memodifikasi lebar sudu impeller, panjang sirip impeller dan diameter impeller untuk meningkatkan head, kapsitas dan efisiensi pompa.
2. Jumlah sudu maksimal hingga mencapai titik maksimal perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui jumlah sudu paling efisien untuk jenis impeller torque

## DAFTAR PUSTAKA

- Manohar Gaurav, M. AND Vadaliya, A. 2014. *Parametric Study of Sentrifugal Pump Impeller-A Review*. International Journal of Advance Research and Technology. Vol 02, pp.1-4.
- Shen, John. 1981. *Discharge characteristics of triangular-notch thin-plate weirs*. Washington D.C : United states department of the interior.
- Singh, R.R. & Nataraj, 2012. *Parametric Study and Optimization of Centrifugal Pump Impeller by The Design Parameter Using Computational Fluid Dynamics: Part I*. Journal of Mechanical and Production Engineering, pp.87-97.
- Siregar, Indra Herlamba. 2013. *Pompa Sentrifugal*. Surabaya: Unesa University Press.
- Soenoko R., 2002. *Sistem Perancangan Mesin Konversi Energi dan Mesin-Mesin Turbo*, Program Studi Teknik Mesin Program Pascasarjana UNIBRAW, Malang.
- Sugiyono, Dr. 2010. *Metode penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*, Alfabeta
- Sularso, Ir and Tahara Haruo, 1987, "Pompa dan Kompresor", Jakarta: Pradnya Paramitha.

## PENGUJIAN PERFORMANSI MESIN DIESEL DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR CAMPURAN SOLAR DAN MINYAK KELAPA (VIRGIN COCONUT OIL)

Oleh:  
**Didik Dwi Suharso<sup>1</sup>, Yohan Wibisono<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Teknika, Politeknik Pelayaran Surabaya

Email korespondensi: [didik.suharso@poltekpel-sby.ac.id](mailto:didik.suharso@poltekpel-sby.ac.id).

### ABSTRAK

Indonesia akan mengalami krisis energi jika kebutuhan energi bergantung hanya pada energi fosil, dalam jangka panjang impor BBM mendominasi penyediaan energi nasional. Kebijakan pemerintah untuk melaksanakan terobosan penggunaan energi terbaru diperlukan bahan bakar minyak berbasis nabati. *Biodiesel* merupakan bahan bakar yang sangat potensial bagi masa depan, dimana bahannya dapat diperbaharui dan ramah terhadap lingkungan.

Obyek utama dalam penelitian ini yaitu mesin motor diesel satu silinder yang mampu menghasilkan daya dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*), menggunakan metode eksperimen untuk memperoleh data daya dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*). Teknik analisis deskriptif dengan melukiskan dan merangkum fenomena-fenomena terukur pada penelitian. Data-data yang dihasilkan berupa beban listrik yaitu voltage, frekwensi, putaran mesin, amper, dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*). Pada putaran 1600 rpm sampai 1900 rpm, campuran bahan bakar solar dengan biodiesel yang paling hemat konsumsi bahan bakar adalah B20 pada putaran 1600 rpm dengan konsumsi sebesar 0,82 kg/ jam dan campuran biodiesel yang mempunyai daya tertinggi untuk putaran 1900 rpm adalah B20 dengan daya yang dihasilkan 1,64 KW.

**Kata kunci** : *biodiesel, motor diesel satu silinder, bahan bakar*

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak bumi di dunia, namun sampai saat ini masih mengimpor bahan bakar minyak (BBM) untuk mencukupi kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) untuk mencukupi kebutuhan bahan bakar minyak di sector transportasi dan energi. Dalam jangka panjang impor BBM ini semakin mendominasi penyediaan energi nasional, apabila tidak ada kebijakan pemerintah untuk melaksanakan terobosan penggunaan energi terbarukan ba-

han bakar minyak berbasis pada nabati, maka Indonesia bisa mengalami krisis energi jika kebutuhan energi bergantung hanya pada energi fosil. Untuk itu pemerintah harus mendorong kebijakan untuk mengembangkan dan menggunakan bahan bakar minyak dari energi terbarukan seperti salah satunya biodiesel dari nabati.

Biodiesel salah satu bahan bakar alternative yang ramah lingkungan, yang dapat menurunkan emisi dari hasil pembakaran di

ruang bakar mesin jika dibandingkan dengan solar yang berasal dari bahan bakar fosil. Beberapa bahan baku untuk pembuatan biodiesel antara lain kelapa sawit, kedelai, bunga matahari, jarak pagar, tebu dan beberapa jenis tumbuhan lainnya. Saat ini pengembangan bahan bakar alternatif bertumpu pada minyak kelapa (*coconut oil*) dan minyak sawit (*crude palm oil*). Pemanfaatan Minyak Jarak Pagar Sebagai Bahan Bakar Alternatif Mesin Diesel (Suhartanta dan Zainal Arifin) yang merupakan dua sumber minyak nabati dari beberapa minyak nabati yang memiliki potensi sebagai bahan bakar motor diesel (biodiesel). Hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa minyak kelapa dapat digunakan sebagai bahan bakar motor diesel, baik sebagai campuran dengan minyak solar atau 100% minyak kelapa. Sementara penggunaan bahan baku ini untuk industri akan makin besar, sehingga terjadi rebutan kebutuhan beberapa bahan baku industri dan pengembangan energi alternatif yang pada akhirnya memicu kenaikan harga komoditas tersebut. Oleh karenanya dibutuhkan upaya terpadu dalam mencari dan mengembangkan bahan baku minyak nabati sebagai bahan bakar alternatif yang tidak berfungsi sebagai bahan baku konsumsi industri dan makanan.

Beberapa tumbuhan penghasil lemak yang dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel sangat beragam, namun dalam perkembangannya kebutuhan tersebut berbenturan dengan kebutuhan produksi dan pangan masyarakat. Oleh karenanya pemilihan bahan baku biodiesel sangat penting untuk mencegah timbulnya distorsi kebutuhan antara kebutuhan pangan dengan kebutuhan produksi. Beberapa tumbuhan penghasil lemak nabati yang banyak tumbuh di Indonesia diantaranya kelapa sawit, kelapa, jarak dan tumbuhan lain merupakan bahan baku biodiesel yang lebih ramah lingkungan.

Udara sebagai atmosfer bumi merupakan media lingkungan yang sangat penting dalam

kehidupan, namun dengan adanya perkembangan teknologi yang semakin pesat, akan terjadi perubahan kualitas lingkungan, termasuk kualitas udara (Amin, 2003). Penggunaan bahan bakar dari minyak bumi menghasilkan zat pencemar udara yang dapat mengakibatkan penurunan kualitas udara, antara lain gas karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NOx), hidrokarbon (HC), sulfur oksida (SOx), ozon (O<sub>3</sub>), dan partikulat (Colls, 2002). Penurunan kualitas udara ini sebagian besar diakibatkan oleh keberadaan kendaraan bermotor (Boedisantoso, 2003).

Salah satu cara untuk menangani masalah ini adalah dengan cara mencari alternatif bahan bakar sebagai pengganti bahan bakar minyak bumi (Fazal dkk., 2011). Biodiesel merupakan bahan bakar yang sangat potensial bagi masa depan, dimana bahannya dapat diperbaharui dan ramah terhadap lingkungan. Biodiesel mempunyai dampak positif bagi lingkungan (Janaun and Ellis, 2010). Bahan bakar ini dapat mengurangi emisi hidrokarbon, karbon monoksida, sulfur oksida, dan partikulat. Emisi yang dihasilkan oleh biodiesel kadarnya lebih rendah daripada solar, sehingga lebih ramah lingkungan (Atadashi dkk., 2010). Jika biodiesel ini tumpah atau tercecer di tanah, maka akan cepat terdegradasi karena berasal dari bahan organik. Pada penelitian ini akan menggunakan minyak kelapa (*coconut oil*) yang dicampur dengan solar pada berbagai prosentase campuran.

Dalam sektor maritim yaitu pengoperasian kapal, pihak perusahaan juga mendapatkan tanggung jawab untuk berperan serta agar dalam pengoperasian kapalnya, berperan dalam upaya untuk mengurangi pencemaran udara yang salah satunya berasal dari emisi gas buang dari mesin kapal yang dioperasikan. Regulasi internasional Marpol 78 pada annex VI juga mengatur tentang tanggung jawab sektor maritim dalam penanggulangan pencemaran udara (air pollution)

## KAJIAN PUSTAKA

### A. Motor Diesel

Motor bakar adalah mesin kalor dimana gas panas diperoleh dari proses pembakaran didalam mesin itu sendiri dan langsung dipakai untuk melakukan kerja mekanis, yaitu menjalankan mesin tersebut (Arismunandar dan Tsuda; 2008; 5). Motor diesel (*diesel engines*) merupakan salah satu bentuk motor pembakaran dalam (*internal combustion engines*) di samping motor bensin dan turbin gas. Motor diesel disebut dengan motor penyalaan kompresi (*compression ignition engines*) karena penyalaan bahan bakarnya diakibatkan oleh suhu kompresi udara dalam ruang bakar. Cara pembakaran dan pengatomisasian (*atomizing*) bahan bakar pada motor diesel tidak sama dengan motor bensin.

Prinsip Kerja Motor Diesel 4 Langkah Pada motor diesel 4 langkah, katup masuk dan katup buang digunakan untuk mengontrol proses pemasukan dan pembuangan gas dengan membuka dan menutup saluran masuk dan saluran buang.

Motor diesel dan motor bensin tidak banyak berbeda dalam hal layoutnya, keduanya mempunyai engkol penggerak, mekanisme katup, rangka pendingin, sistem pelumasan dan lain sebagainya. Perencanaan motor diesel dibagi dalam dua model, dilengkapi dengan peralatan injeksi bahan bakar dan perencanaan komponen yang besar untuk dapat menahan muatan besar yang diakibatkan tekanan pembakaran yang besar, motor diesel sering lebih berat dalam hubungan ke tenaga motor, sekitar 7 kg membangun per kW kira-kira setengah untuk motor bensin, menjaga ukuran dan pengurangan berat komponen tersendiri motor diesel dibuat bahan yang kuat (Daryanto; 2008; 138). Suhu dan tekanan udara dalam silinder yang cukup tinggi maka partikel-partikel bahan bakar akan menyala dengan sendirinya sehingga membentuk proses pembakaran. Agar bahan bakar solar dapat terbakar sendiri, maka diperlukan

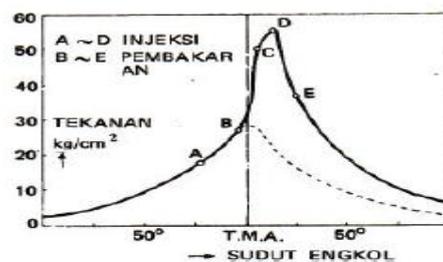
rasio kompresi 15-22 dan suhu udara kompresi kira-kira 600°C pada tekanan kompresi 20-40 bar. Dibandingkan dengan motor bensin, gas buang motor diesel tidak banyak mengandung komponen yang beracun sehingga banyak diminati oleh masyarakat.

### B. Teori Pembakaran

Pembakaran adalah reaksi kimia dari unsur-unsur bahan bakar dengan zat asam yang kemudian menghasilkan panas yang disebut *heat energi*. Oleh karena itu pada setiap pembakaran diperlukan bahan bakar, zat asam dan suhu yang cukup tinggi untuk awal mulanya pembakaran.

Proses pembakaran pada motor diesel tidak berlangsung sekaligus melainkan membutuhkan waktu dan berlangsung dalam beberapa tahapan. Disamping itu penyemprotan bahan bakar juga tidak dapat dilaksanakan sekaligus, tetapi berlangsung antara 30-40 derajat sudut engkol. Dalam hal ini tekanan udara akan naik selama langkah kompresi berlangsung (Kristanto dan Tirtoatmodjo, 2000; 8).

Pembakaran dapat didefinisikan sebagai reaksi (*oksidasi*) yang berlangsung sangat cepat (0,001-0,002 detik) disertai pelepasan energi. Ada tiga klasifikasi kecepatan pembakaran, yaitu: 1). *Explosive* adalah proses pembakaran dengan laju pembakaran sangat cepat dan tidak menampakkan adanya gelombangledakan, 2). *Deflagration* yaitu pembakaran dengan perambatan api *subsonic*. 3). *Detonation* adalah pembakaran dengan perambatan api *supersonic*.



Gambar 1. Diagram Pembakaran Motor Diesel

Tahapan Pembakaran Pada Motor Diesel:

- 1) Pembakaran  
Tahap ini merupakan tahap persiapan pembakaran. Bahan bakar disemprotkan oleh injektor berupa kabut ke udara panas dalam ruang bakar sehingga menjadi campuran yang mudah terbakar. Tahap ini bahan bakar belum terbakar atau dengan kata lain pembakaran belum dimulai. Pembakaran dimulai pada titik B, peningkatan tekanan terjadi secara konstan, karena piston terus bergerak menuju TMA.
- 2) Rambatan Api (B-C)  
Campuran yang mudah terbakar telah terbentuk dan merata diseluruh bagian dalam ruang bakar. Awal pembakaran mulai terjadi di beberapa bagian dalam silinder. Pembakaran ini berlangsung sangat cepat sehingga terjadilah letupan (*explosive*). Letupan ini berakibat tekanan dalam silinder meningkat dengan cepat. Akhir tahap ini disebut tahap pembakaran letupan dengan tekanan 30 kg/cm<sup>2</sup>.
- 3) Pembakaran Langsung (C-D)  
Injektor terus menyemprotkan bahan bakar dan terakhir pada titik D karena injeksi bahan bakar terus berlangsung didalam udara yang bertekanan dan bersuhu tinggi, maka bahan bakar yang di injeksi akan langsung terbakar. Tahap ini pembakaran dikontrol oleh jumlah bahan bakar yang diinjeksikan, sehingga tahap ini disebut tahap pengontrolan pembakaran.
- 4) Pembakaran Lanjutan (D-E)  
Dititik D, injeksi bahan bakar berhenti, namun bahan bakar masih ada yang belum terbakar. Periode ini sisa bahan bakar diharapkan akan terbakar seluruhnya. Apabila tahap ini terlalu panjang akan menyebabkan suhu gas buang meningkat dan efisiensi pembakaran berkurang (Rabiman dan Arifin; 2011: 8).  
Beberapa penyebab terjadinya tertun-

danya pembakaran disebabkan jenis dan kualitas bahan bakar, temperatur udara yang dikompresikan, turbulensi udara, sistem pengabutan yang tidak sempurna, kondisi injektor yang tidak layak pakai, dan kerja pompa injeksi yang kurang baik.

### C. Minyak Solar

Minyak solar adalah bahan bakar minyak hasil sulingan dari minyak bumi mentah, bahan bakar ini mempunyai warna kuning cokelat yang jernih. Minyak solar ini biasa digunakan sebagai bahan bakar pada semua jenis motor diesel dan juga sebagai bahan bakar untuk pembakaran langsung didalam dapur-dapur kecil yang menghendaki hasil pembakaran yang bersih. Minyak ini sering disebut juga sebagai gas oil, ADO, HSD, atau Dieseline. Temperatur biasa, artinya pada suhu kamar tidak menguap dan titik nyalanya jauh lebih tinggi dari pada bahan bakar bensin.

Syarat-syarat penggunaan solar sebagai bahan bakar harus memperhatikan kualitas solar, antara lain adalah sebagai berikut: (1) Mudah terbakar, artinya waktu tertundanya pembakaran harus pendek/singkat, sehingga mesin mudah dihidupkan. Solar harus memungkinkan kerja mesin yang lembut dengan sedikit knocking, (2) Tetap encer pada suhu dingin (tidak mudah membeku), menunjukkan solar harus tetap cair pada suhu rendah sehingga mesin akan mudah dihidupkan dan berputar lembut, (3) Daya pelumasan, artinya solar juga berfungsi sebagai pelumas untuk pompa injeksi dan nosel. Oleh karena itu harus mempunyai sifat dan daya lumas yang baik, (4) Kekentalan, berkaitan dengan syarat melumas dalam arti solar harus memiliki kekentalan yang baik sehingga mudah untuk dapat disemprotkan oleh injektor, (5) Kandungan sulphur, karakteristik sulphur yang dapat merusak pemakaian komponen mesin sehingga mempersyaratkan kandungan sulphur solar harus sekecil mungkin (< 1 %), dan (6) Angka setana, yaitu suatu cara untuk men-

gontrol bahan bakar solar dalam kemampuan untuk mencegah terjadinya knocking, tingkat yang lebih besar memiliki kemampuan yang lebih baik (Suprptono; 2004; 19-20).

Menurut peraturan direktorat jendral minyak dan gas (Ditjen Migas) No.113.K/72/DJM/1999, tanggal 27 oktober 1999 tentang spesifikasi bahan bakar minyak dan gas menetapkan batasa-batasan untuk minyak solar sebagai berikut:

**Tabel 1.** Batasan sifat bahan bakar solar menurut Ditjen Migas

Sifat	Batasan minimal	Batasan maksimal
<i>Specific gravity at 60/60°F</i>	0,820	0,870
<i>Color ASTM</i>	45	3,0
<i>Cetane number, or alternatively</i>	48	-
<i>Calculate cetane index</i>	-	-
<i>Cinematic viscosity at 100°F</i>	1,6	5,8
<i>Viscosity SSU at 100°F, sec</i>	35	45
	-	65
	-	0,5
	-	0,1
	-	0,05
<i>Pour point °c</i>	-	0,01
<i>Sulfur content %wt</i>	-	0,01
<i>Conradson carbon residu % wt</i>	-	0,6
<i>Water content % wt</i>	150	-
<i>Sediment % wt</i>	40	-
<i>Ash content % wt</i>		
<i>Total acid number mg KOH/gr</i>		
<i>Flash point PM cc°F</i>		
<i>Recovery at 300°C % vol</i>		

**D. Minyak Kelapa (virgin coconut oil)**

Minyak kelapa murni (Inggris: *virgin coconut oil*) adalah minyak kelapa yang dibuat dari bahan baku kelapa segar, diproses dengan pemanasan terkendali atau tanpa pemanasan sama sekali, tanpa bahan kimia. Penyulingan minyak kelapa seperti di atas berakibat kandungan senyawa-senyawa esensial yang dibutuhkan tubuh tetap utuh. Minyak kelapa murni dengan kandungan utama asam laurat ini memiliki sifat antibiotik, anti bak-

teri dan jamur. Minyak kelapa murni, atau lebih dikenal dengan Virgin Coconut Oil (VCO), adalah modifikasi proses pembuatan minyak kelapa sehingga dihasilkan produk dengan kadar air dan kadar asam lemak bebas yang rendah, berwarna bening, berbau harum, serta mempunyai daya simpan yang cukup lama yaitu lebih dari 12 bulan.

Pembuatan minyak kelapa murni ini memiliki banyak keunggulan, yaitu:

- 1) Tidak membutuhkan biaya yang mahal, karena bahan baku mudah didapat dengan harga yang murah
- 2) Pengolahan yang sederhana dan tidak terlalu rumit
- 3) Penggunaan energi yang minimal, karena tidak menggunakan bahan bakar, sehingga kandungan kimia dan nutrisinya tetap terjaga terutama asam lemak dalam minyak.

Jika dibandingkan dengan minyak kelapa biasa, atau sering disebut dengan minyak goreng (minyak kelapa kopra), minyak kelapa murni mempunyai kualitas yang lebih baik. Minyak kelapa kopra akan berwarna kuning kecoklatan, berbau tidak harum, dan mudah tengik, sehingga daya simpannya tidak bertahan lama (kurang dari dua bulan).

**E. Daya, Torsi, dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)**

Daya merupakan besarnya kerja yang dilakukan persatuan waktu biasanya diwakili dengan satuan daya kuda (*Horse Power*). Satu daya kuda sama dengan kemampuan mengangkat beban seberat 75 kg sejauh satu meter dalam waktu satu detik. *Horsepower* dan *Brake Horsepower* merupakan ukuran daya yang dihasilkan oleh suatu mesin.

*Brake Horsepower* merupakan ukuran daya kuda dari suatu mesin tanpa memperhitungkan tenaga hilang yang diakibatkan oleh gearbox, generator, differensial, pompa air dan komponen pembantu lainnya. Awalan “*brake*” menunjukkan dimana daya diukur, yaitu diporos output mesin, seperti dipakai

pada mesin dinamometer.

Istilah “*bhp*” menjadi tidak terpakai setelah SAE (*Society of Automotive Engineers*) merekomendasikan pabrikan menggunakan hp. *Horsepower* mengukur daya mesin pada *flywheel*, dengan tanpa menghitung kerugian akibat pemindahan tenaga, pada motor bakar daya guna adalah daya poros yang menggerakkan beban. Daya poros digerakkan oleh daya indikator dari pembakaran gas campuran bahan bakar dan udara kompresi yang menggerakkan piston untuk mengadakan translasi (gerak bolak-balik) kemudian memutar poros engkol. Berputarnya poros engkol menyebabkan terjadi gerakan rotasi berupa tenaga putar yang disebut torsi.

Performa pada motor diesel antara lain daya dan torsi dipengaruhi oleh besarnya jumlah kalor hasil pembakaran, yaitu nilai kalor dari hasil pembakaran campuran bahan bakar dan udara kompresi. Bahan bakar yang mempunyai nilai kalor yang rendah memerlukan jumlah bahan bakar yang lebih banyak untuk menghasilkan tenaga sebesar satu daya kuda dibandingkan bahan bakar yang memiliki nilai kalor yang tinggi. Artinya, semakin rendah nilai kalor bahan bakar semakin tinggi tingkat konsumsi bahan bakarnya dibandingkan dengan bahan bakar yang nilai kalornya lebih tinggi.

Rumus perhitungan daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*) yang digunakan:

Daya keluaran:

$$N_b = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746} \text{ (Nm/s)}$$

Momen torsi:

$$T = \frac{P_{\text{beban}}}{2\pi n} \cdot 60 \text{ (Nm)}$$

$$P_{\text{beban}} = V \times I \text{ (Watt)}$$

$$P_{\text{beban}} = V \times I \text{ (Watt)}$$

Keterangan:

$N_b$  = Daya (Nm/s)

$n$  = Putaran mesin (Rpm)

$T$  = torsi (Nm)  $P_{\text{beban}}$  = beban listrik (Watt)

$V$  = voltage

$I$  = ampere

## METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini adalah menggunakan metode eksperimen untuk memperoleh data daya, torsi dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*). Dengan cara ini peneliti sengaja membangkitkan timbulnya sesuatu kejadian atau keadaan, kemudian diteliti bagaimana akibatnya. Desain eksperimen merupakan langkah-langkah dalam melakukan penelitian sehingga dihasilkan data-data yang obyektif sesuai dengan permasalahan desain eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *treatment by subject* yaitu beberapa variasi perlakuan secara berturut-turut kepada kelompok subyek yang sama. Maksudnya suatu kelompok dikenakan perlakuan tertentu kemudian dilakukan pengukuran untuk mengetahui performa motor diesel pada setiap komposisi campuran yang berbeda.

### 1. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini meliputi :

#### 1) Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah campuran perbandingan antara minyak solar dikombinasikan dengan minyak jarak

**Tabel 3.** Konsumsi bahan bakar minyak solar di campur minyak kelapa

Jenis campuran biodisel	Minyak solar (%)	Minyak kelapa (%)
B10	90	10
B20	80	20
B30	70	30

#### 2) Variabel terikat

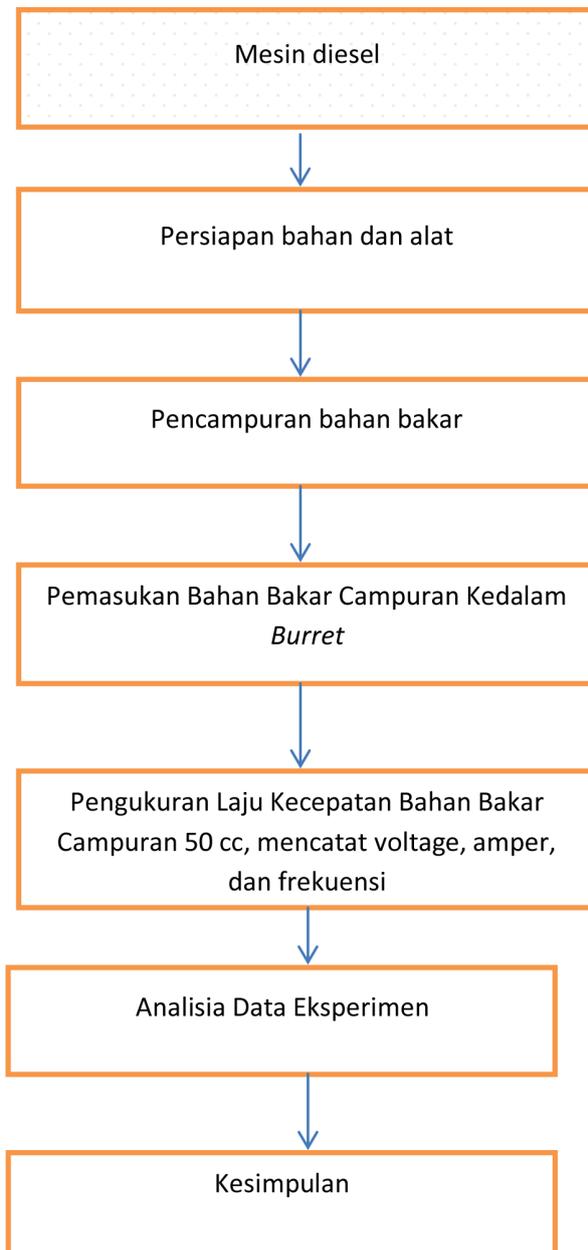
Variabel terikat yaitu variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah unjuk

kerja motor diesel yang meliputi besarnya daya, torsi dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*).

## 2. Obyek Penelitian

Obyek utama dalam penelitian ini yaitu mesin motor diesel satu silinder yang mampu menghasilkan daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*) pada motor diesel, antara lain adalah : Efisiensi thermal

### A. Alur Penelitian



### B. Lokasi Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini tim peneliti dosen Politeknik Pelayaran Surabaya akan bekerjasama dengan laboratorium motor bakar jurusan teknik mesin universitas Diponegoro Semarang

Langkah pelaksanaan penelitian :

- 1) Solar murni dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>, 120 kg/cm<sup>2</sup>, dan 140 kg/cm<sup>2</sup>. Menyetel putaran mesin 1500 rpm tanpa beban pada tekanan injeksi yang berbeda-beda yaitu 100 kg/cm<sup>2</sup>, 120 kg/cm<sup>2</sup>, 140 kg/cm<sup>2</sup> dan nyalakan lampu secara bertahap mulai dari 20 lampu, 40 lampu, dan 60 lampu, kemudian ukurlah kecepatan bahan bakar pada burret (50cc) dengan stopwatch, voltage, frekuensi, amper.
- 2) Solar murni + minyak jarak dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>, 120 kg/cm<sup>2</sup>, dan 140 kg/cm<sup>2</sup>. Menyetel putaran mesin 1800 rpm tanpa beban pada tekanan injeksi yang berbeda pula, kemudian nyalakan lampu secara bertahap dan kemudian ukurlah seperti pada langkah pertama dan lakukan pengujian ini dengan komposisi campuran (90 % + 10 %), (80 % + 20 %), (70 % + 30 %).
- 3) Solar murni + minyak kelapa dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>, 120 kg/cm<sup>2</sup>, dan 140 kg/cm<sup>2</sup>.
- 4) Setelah pengambilan data ini selesai, matikan switch breaker/MCB satu persatu, kemudian matikan motor diesel.

### C. Analisis Data

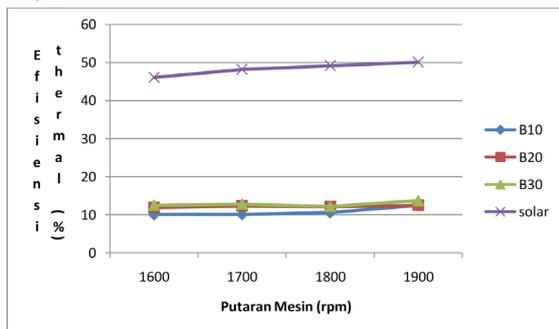
Penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif dengan melukiskan dan merangkum fenomena-fenomena terukur pada penelitian yang telah dilakukan. Data-data yang dihasilkan berupa beban listrik yaitu voltage, frekwensi, putaran mesin, amper, dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*). Penggambaran dari fenomena-fenomena yang terjadi selama penelitian digambarkan secara grafis dalam histogram atau polygon frekwensi yang menggambarkan hubungan antara bahan

bakar minyak kelapa dan minyak kemiri terhadap daya output, torsi dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*) mesin diesel satu silinder.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

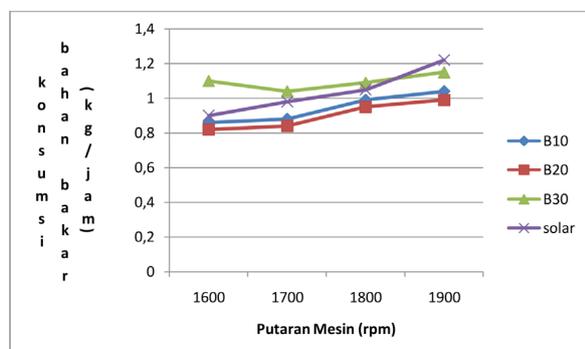
Analisa perbandingan prestasi Pada pengujian ini dengan melakukan variasi campuran biodiesel minyak kelapa (*virgin coconut oil*) B10, B20, B30 dan solar 100% sebagai pembanding standar, putaran digunakan naik konstan tiap 100 rpm dimulai dari 1600 sampai 1900 rpm. Diperoleh hasil pengujian yang dituangkan dalam grafik perbandingan efisiensi thermal, daya dan konsumsi bahan bakar terhadap putaran mesin.

1. Grafik efisiensi thermal ( $\eta_t$ ) vs putaran mesin



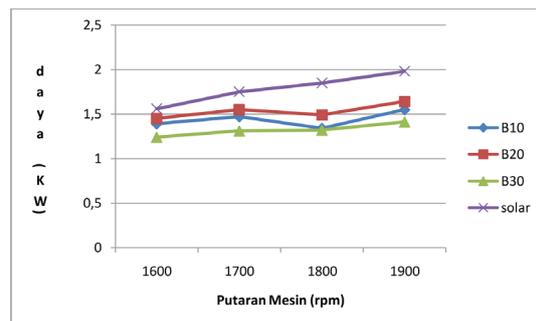
Dari grafik hasil pengujian didapatkan data bahwa pada putaran 1600 rpm sampai 1900 rpm, efisiensi thermal campuran biodiesel dengan solar B10, B20, B30 masih di bawah solar murni 100%

2. Grafik konsumsi bahan bakar vs putaran mesin



Secara umum pada biodiesel dengan berbagai konsentrasi campuran B10, B20, B30, konsumsi bahan bakar akan semakin meningkat dengan semakin besarnya putaran. Peningkatan konsumsi bahan bakar dipengaruhi oleh besarnya viskositas yang semakin meningkat, hal tersebut menyebabkan tingkat penguapan yang rendah di dalam ruang bakar. Dari grafik dapat disimpulkan bahwa campuran bahan bakar solar dengan biodiesel yang paling hemat konsumsi bahan bakar adalah B20 pada putaran 1600 rpm dengan konsumsi sebesar 0,82 kg/ jam. Sedangkan campuran yang paling boros adalah B30 yang membutuhkan 1,15 kg/ jam pada putaran 1900 rpm

3. Grafik daya vs putaran mesin



Dari grafik dapat terlihat bahwa daya semakin tinggi dengan semakin meningkatnya putaran. Hal tersebut sesuai dengan teori. Semakin besar campuran maka daya yang dihasilkan akan semakin turun karena campuran akan meningkatkan viskositas bahan bakar. Viskositas yang tinggi akan mempengaruhi penguapan bahan bakar di ruang bakar. Penguapan yang rendah akan menurunkan keluaran daya maksimum dan menaikkan konsumsi bahan bakar. Dari grafik dapat disimpulkan bahwa campuran biodiesel yang mempunyai daya tertinggi untuk putaran 1900 rpm adalah B20 dengan daya yang dihasilkan 1,64 KW. Sedangkan campuran biodiesel yang menghasilkan daya terendah adalah B30 sebesar 1,24 KW pada 1600 rpm.

## KESIMPULAN

- 1) Pada putaran 1600 rpm sampai 1900 rpm, efisiensi thermal campuran biodiesel dengan solar B10, B20, B30 masih di bawah solar murni 100%.
- 2) Campuran bahan bakar solar dengan biodiesel yang paling hemat konsumsi bahan bakar adalah B20 pada putaran 1600 rpm dengan konsumsi sebesar 0,82 kg/ jam. Sedangkan campuran yang paling boros adalah B30 yang membutuhkan 1,15 kg/ jam pada putaran 1900 rpm.
- 3) Campuran biodiesel yang mempunyai daya tertinggi untuk putaran 1900 rpm adalah B20 dengan daya yang dihasilkan 1,64 KW. Sedangkan campuran biodiesel yang menghasilkan daya terendah adalah B30 sebesar 1,24 KW pada 1600 rpm

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Ahmad Budi Junaidi, Abdul Ghofur dan Doni Rahmat Wicakso. 2012. "Sintesis
- Achmat Rosyadi. "Aplikasi Minyak Jarak sebagai Bahan Bakar Diesel". Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia ITS 2006, Surabaya. 2006
- Atadashi I. M., Aroua M. K., and Abdul Aziz A. "High Quality Biodiesel and Its Diesel Engine Application: A Review." *Renewable and Sustainable Energi Reviews*. 14 (7) (2010): 1999–2008
- Cetane Imrover dari Biodiesel Minyak Jarak Pagar dan Pengujiannya pada Mesin Diesel". *Jurnal Sains dan Terapan kimia*. Volume 6, No.1. Hal 46-58.
- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta
- Arismunandar, Wiranto dan Koichi Tsuda. 2008. *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Daryanto. 2008. *Teknik Merawat Auto Mobil Lengkap*. Bandung: Yrama Widya.
2001. *Teknik Servis Mobil*. Jakarta: Rineka Cipta
- Kristanto, Philip dan Rahardjo Tirtoatmodjo. 2000. "Pengaruh Suhu dan Tekanan Udara Masuk Terhadap Kinerja Motor Diesel Tipe 4 JA 1". *Jurnal Teknik Mesin*. Volume 2, No.1. Hal 7-14.
- Rabiman, dan Zainal Arifin. 2011. *System Bahan Bakar Motor Diesel*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Sukoco dan Zainal Arifin. 2008. *Teknologi Motor Diesel*. Bandung: Alfabeta .
2009. *Pengendalian Polusi Kendaraan*. Bandung: Alfabeta
- Jurnal Teknik Kimia, No. 1, Vol. 17, Januari 2010.*

## MESIN PEREKAM KECEPATAN KENDARAAN DI JALAN TOL BERBASIS RASPBERRY PI 3

Oleh:

**Catur Rakhmad Handoko<sup>1</sup>, Rizky Kurniawan<sup>1</sup>, Nora Amelia Novitrie<sup>2</sup>,  
Afif Zuhri Arfianto<sup>1</sup>, Ii Munadhif<sup>1</sup>,  
Mohammad Basuki Rahmat<sup>1</sup>, Hendro Agus Widodo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

E-mail: caturhan007@gmail.com

### ABSTRAK

Pembangunan jalan tol merupakan proyek prioritas infrastruktur dan proyek strategis nasional dalam kurun waktu 2016-2019. Dengan adanya pembangunan jalan tol diharapkan membawa dampak yang positif terhadap perkonomian Indonesia. Sedangkan dampak negatifnya adalah semakin banyak kecelakaan yang diakibatkan oleh pengguna yang melanggar aturan. Oleh karena itu diperlukan sebuah perangkat yang berguna untuk mendeteksi kecepatan kendaraan pada jalan tol yang tidak sesuai dengan aturan. Penelitian ini membuat *prototype* mesin perekam kecepatan kendaraan pada jalan tol yang diharapkan nantinya dapat menekan tingkat kecelakaan dan juga memudahkan pihak berwajib untuk mendata dan menindak para pelanggar kecepatan pada jalan tol. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya tentang pengukuran kecepatan objek, sensor yang digunakan, teknologi terkini yang mendukung perangkat yang akan dibuat. Maka pada *prototype* yang akan dibuat menggunakan teknologi *Internet of Things* dengan menggunakan *web camera* dan sensor kecepatan yang dapat bekerja dengan mikrokontroler arduino. Sistem kerja mesin dimulai dengan sensor kecepatan mengirimkan data dengan akurat dari mikrokontroler (arduino) ke Raspberry Pi 3 dengan komunikasi serial. Kemudian dengan pemrograman Python 3, Raspberry Pi 3 memerintahkan kamera untuk aktif jika data kecepatan yang diterima melebihi dari nilai batas kecepatan yang telah ditentukan. Dalam pengujian sensor untuk membaca kecepatan diketahui bahwa pada kecepatan 20 Km/jam errornya 1,95 % sedangkan pada kecepatan 40 Km/jam, didapatkan error sebesar 2,8% dan pada kecepatan 60 Km/jam nilai rata-rata errornya sebesar 4,08 % . Berdasarkan nilai rata-rata error sensor kecepatan dari tiga macam skenario kecepatan tersebut nilai error masih dibawah 5%. Pada pengujian ini, agar didapatkan gambar objek dengan jelas, objek bergerak dengan kecepatan konstan 4,56 km/jam.

**Kata Kunci:** *Internet of Things, Raspberry Pi 3, Python*

### PENDAHULUAN

Pada era globalisasi ini perkembangan teknologi berkembang sangat pesat. Dalam perkembangan teknologi tersebut telah memberikan banyak manfaat untuk kemajuan diberbagai aspek, salah satunya dalam bidang transportasi. Pada kurun waktu 2016-2019, pembangunan jalan tol merupakan proyek prioritas infrastruktur dan proyek strategis nasional (KPPIP, 2017). Dengan adanya pembangunan jalan tol diharapkan mem-

bawa dampak yang positif terhadap perekonomian Indonesia. Sedangkan dampak negatifnya adalah semakin banyak kecelakaan yang diakibatkan oleh pengguna yang melanggar aturan (Zufrizal, 2017). Dalam mengemudikan kendaraan tentunya terdapat berbagai peraturan yang berlaku. Mulai dari aturan perlengkapan berkendara, sopan santun di jalan hingga batas kecepatan yang ditentukan. Namun tidak semua orang yang mengemudikan kendaraan selalu tertib dalam aturan kecepatan berlalu lintas. Salah satunya adalah memacu kecepatan kendaraan tidak sesuai dengan peraturan yang diberlakukan. Hal ini adalah salah satu penyebab meningkatnya angka kecelakaan (Zufrizal, 2017). S

Sebagai contoh, kendaraan di jalan tol sering kali melanggar peraturan kecepatan yang berlaku yakni diantara 60 Km/jam hingga 100 Km/jam. Oleh karena itu diperlukan sebuah alat yang berguna untuk mendeteksi kecepatan kendaraan pada jalan tol yang tidak sesuai dengan aturan. Penelitian ini membuat *prototype* perekam kecepatan kendaraan pada jalan tol yang diharapkan nantinya dapat menekan tingkat kecelakaan dan juga memudahkan pihak berwajib untuk mendata dan menindak para pelanggar kecepatan pada jalan tol.

Penelitian alat ukur kecepatan kendaraan telah dilakukan dengan menggunakan ATmega 16. Penelitian tersebut dirancang sebuah alat yang berfungsi sebagai pengukur laju setiap kendaraan yang melintas di jalan bebas hambatan. Alat ini berbasis mikrokontroler AVR ATmega 16, yang terdiri dari dua sensor cahaya (*Light Dipendent Resistor*) dan dua pemancar cahaya/ laser yang berfungsi untuk mendeteksi adanya kendaraan yang melintas. Dari simulasi alat yang dibuat didapatkan hasil yakni kecepatan dapat terdeteksi dengan baik yang ditampilkan melalui LCD (Sinaulan, 2015).

Selain itu, penggunaan sensor ultrasonic SRF05 juga digunakan untuk mendeteksi ke-

cepatan kendaraan bermotor. Pada penelitian tersebut dirancang sebuah alat untuk mendeteksi kecepatan kendaraan yang menggunakan sensor ultrasonic SRF05 sebagai sensornya. Dari simulasi alat yang telah dibuat didapatkan hasil bahwa menggunakan *ultrasonic* memiliki kekurangan yakni kurangnya akurasi yang disebabkan adanya delay dalam pembacaan sensor *ultrasonic* tersebut (Hani, 2010)

Selain itu penelitian pengukuran kecepatan objek dengan menggunakan web camera telah dilakukan dengan memanfaatkan teknik *image processing* untuk mendeteksi kecepatan kendaraan di lingkungan komplek perumahan. Dengan kamera webcam ini, sistem dapat mendeteksi kecepatan kendaraan berdasarkan suatu urutan *frame* video dengan menggunakan kamera tunggal. Perhitungan kecepatan ini menggunakan metode *frame difference*. Metode ini bekerja dengan membandingkan antar *frame* gambar untuk mendapatkan informasi yang menentukan ada atau tidaknya suatu gerakan. (Tsani, T, & T, 2017).

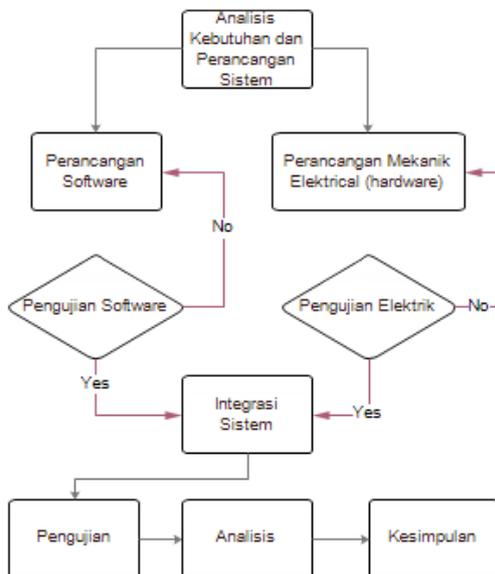
Penggunaan teknik *image processing* untuk mendeteksi kecepatan objek juga diterapkan dalam aplikasi pengolahan citra digital untuk mendapatkan informasi kecepatan suatu obyek bergerak dari citra-citra yang ditangkap oleh web *camera*. Sistem dapat dengan teliti mengevaluasi posisi dan orientasi dari objek bergerak pada video tersebut. Hasil dari implementasi sistem ini dilakukan suatu pengukuran terhadap perilaku sistem dalam kemampuannya mendeteksi gerakan obyek dengan *background subtraction* kemudian mencari perpindahan pixel dan menghitung kecepatan objek bergerak dengan tingkat kesalahan dalam proses sekecil mungkin (Ningsih, 2011).

Pada era *Internet of Things* saat ini, perangkat-perangkat yang akan didesain dan dibuat harus dapat berinteraksi dengan perangkat lain. Karena itu penggunaan perang-

kat berbasis *Internet of Things* sangat perlu mengacu pada perkembangan perangkat saat ini. Penggunaan perangkat berbasis *Internet of Things* juga diterapkan pada perangkat *smart city* hingga perangkat untuk nelayan tradisional yang digunakan ketika berlayar (Arfianto & Affandi, 2010),(Handoko, Arfianto, & Hasin, 2017). Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya tentang pengukuran kecepatan objek, sensor yang digunakan, teknologi terkini yang mendukung perangkat yang akan dibuat. Maka pada *prototype* yang akan dibuat menggunakan teknologi *Internet of Things* dengan menggunakan *web camera* dan sensor kecepatan yang dapat berkerja dengan mikrokontroller arduino.

## METODOLOGI

Pada bagian ini akan dibahas tentang analisis kebutuhan dan perancangan sistem, perancangan dan pembuatan *prototype*, perancangan dan pembuatan software, pengujian *prototype* dan analisis serta kesimpulan.

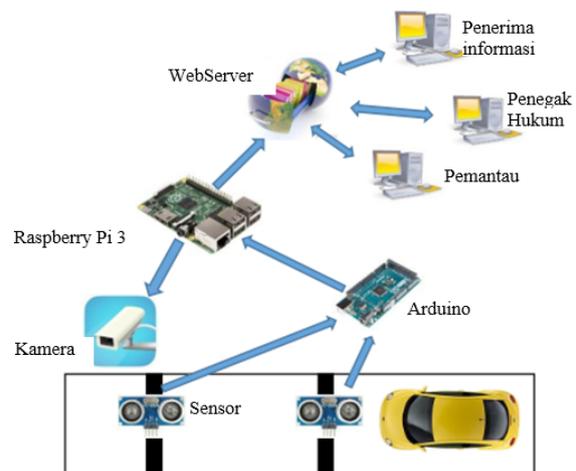


**Gambar 1.** Metodologi Penelitian.

### 1. Analisis Kebutuhan dan Perancangan Sistem

Pada tahap analisa kebutuhan dan perancangan sistem, yang dilakukan yaitu mem-

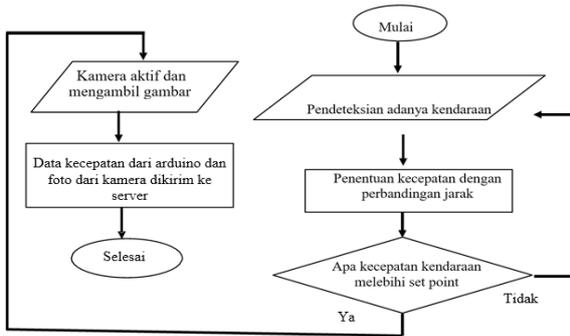
buat daftar dan mencari informasi tentang apa saja peralatan, sensor, dan mekanik yang akan di gunakan serta merancang sistem yang akan di implementasikan pada dalam penelitian ini. Pada tahap ini dibagi menjadi dua tahap yaitu tahap perancangan dan pembuatan *hardware*, kemudian tahap perancangan dan pembuatan *software*. Perancangan sistem kerja *prototype* ini seperti pada Gambar 2. Pada saat kendaraan melewati sensor ultrasonik 1 maka timer pada program arduino akan *start*, lalu ketika kendaraan melewati sensor ultrasonik 2 maka timer akan stop dan program pada arduino mulai menghitung kecepatan kendaraan menggunakan rumus dasar kecepatan (kecepatan = jarak / waktu) lalu dikonversi ke satuan kecepatan km/jam dan apabila melebihi batas kecepatan maka akan dikirimkan perintah untuk mengambil gambar (*capture*) kendaraan tersebut. Kemudian data dan foto akan dimasukkan dalam server yang kemudian server tersebut diakses oleh PC pengguna, ditampilkan dalam bentuk website.



**Gambar 2.** Perancangan sistem kerja *prototype*.

Pada kondisi awal, semua sensor dalam posisi logika *low*. Kemudian ketika kendaraan melewati ultrasonik pertama maka logika sensor menjadi *high* yang berarti timer akan *start*, lalu ketika melewati ultrasonik ke 2 maka logika sensor menjadi *high* yang berarti timer stop dan dihitung kecepatan kendaraan

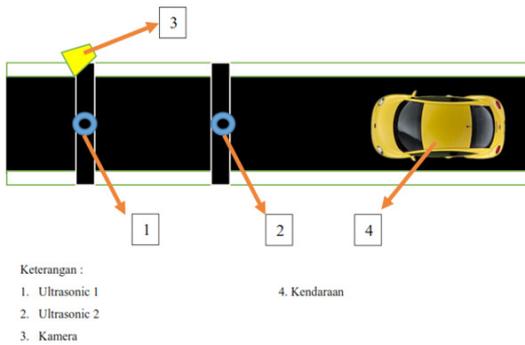
tersebut. Apabila kecepatan melewati batas yang ditentukan maka kamera akan mengambil gambar kendaraan tersebut. Setelah kamera mengambil gambar beserta data kecepatan kendaraan, maka data akan dikirimkan menuju data base untuk dapat di akses melalui website. Kemudian program kembali ke posisi awal dan sistem selesai.



Gambar 3. Flowchart kerja *prototype*

## 2. Perancangan Hardware

Setelah mengetahui alat dan bahan serta perancangan sistem yang dibutuhkan dalam penelitian ini, tahap selanjutnya adalah merancang dan membuat hardware. Perancangan dan pembuatan hardware ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Perancangan *Hardware Prototype*

## 3. Kalibrasi Sensor

Pada bagian ini diuraikan tentang proses pengujian sensor. Sensor yang digunakan dalam *prototype* ini yaitu sensor ultrasonik. Pengujian dilakukan beberapa kali pada tiap titik untuk menentukan nilai akurasi dan kesesuaiannya untuk di gunakan dalam *prototype*

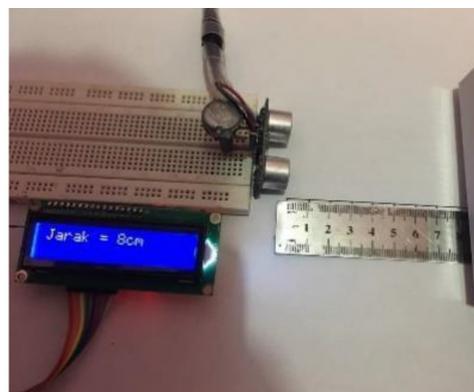
pada penelitian ini.

Dalam pengujian sensor ultrasonik ini dilakukan dengan menggunakan 10 titik pengujian, yang masing – masing titik diuji sebanyak 10 kali. Data pengujian seperti pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Data kalibrasi sensor ultrasonik

Jarak Aktual (cm)	Jarak rata-rata yang terbaca perangkat (cm)	Error (%)
15	15	0
14	14	0
13	13	0
12	12	0
10	10	0
9	9.2	1
8	8	0
7	7	0
6	6	0
5	5	0
<b>Total Error</b>		<b>1</b>

Dari Tabel 1 diketahui bahwa dari pengujian 10 titik yang masing – masing titik diuji sebanyak 10 kali terdapat 1 kali pengujian yang error dengan menunjukkan nilai yang tidak sesuai dengan jarak sebenarnya. Dari data tersebut pula dapat di katakan bahwa sensor ultrasonik tersebut dapat digunakan sebagai sensor dalam *prototype* pada penelitian ini karena sensor ultrasonik tersebut berjalan dengan baik.



Gambar 5. Kalibrasi sensor ultrasonik dengan jarak 8 cm

Dari Gambar 5. dapat dilihat bahwa tidak ada perbedaan antara jarak aktual (garis berwarna merah) dan jarak yang dibaca oleh sensor ultrasonik (garis berwarna biru). Namun apabila di perbesar hingga beberapa kali, maka akan terlihat perbedaan yang sangat kecil. Sehingga dapat dikatakan sensor ultrasonik dapat di gunakan dalam sistem pada penelitian ini.

#### 4. Perancangan Software

Pada bagian ini dibuat perancangan *software* pendukung untuk membangun *prototype* ini. Aplikasi tersebut digunakan untuk membangun perintah atas algoritma yang telah kita buat (*flowchart*). Selain itu aplikasi tersebut bersifat *opersource* aplikasi tersebut antara lain, untuk pemrograman menggunakan python 3, arduino IDE untuk pemrograman mikrokontrollernya dan MySQL untuk database servernya.

#### Sistem Database

Pada bagian ini ditunjukkan bagaimana membuat sistem *database* yang digunakan pada penelitian penelitian ini. Membuat nama database kemudian membuat struktur tabel yang berisikan komponen apa saja yang dimasukkan dalam database yakni data kecepatan dan waktu kejadian pelanggaran. Pengiriman data yang berupa kecepatan sendiri dilakukan melalui raspberry, dengan menambahkan perintah untuk mengirimkan data yang telah dipilih menuju ke database. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tabel dan field dalam struktur database

#### Sistem Monitoring WEB

Pada bagian ini di tunjukkan bagaimana

sistem *monitoring* yang di gunakan dalam penelitian penelitian ini. Untuk tampilan web sendiri menggunakan template yang berbasis pemrograman HTML. Terdapat beberapa langkah yang dilakukan untuk melakukan proses *monitoring* ini, antara lain :

##### 1. Proses Login

Proses ini di gunakan untuk memilah *user* yang memiliki kewenangan untuk mengatur dan memperbaiki proses *monitoring* plan ini dan untuk menambah sistem keamanan dalam proses *monitoring* plan. Caranya yaitu dengan memasukkan *username* dan *password* yang telah terdaftar, setelah itu menekan tombol *login*. *Username* dan *Password* itu sendiri akan tersimpan dalam database, sehingga dapat digunakan berulang-ulang selama sistem dan data dalam *database* tidak dihapus. Untuk lebih jelas akan di gambarkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Halaman Login

##### 5. Proses Monitoring

Proses ini merupakan proses utama dalam sistem ini, yaitu proses untuk memantau berjalannya sistem. Dari proses ini dapat di ketahui apakah sistem berjalan dengan benar atau dalam keadaan gangguan (*error*). Informasi yang terdapat dalam halaman *monitoring* yaitu data kecepatan, waktu, dan gambar kendaraan. Data yang ditampilkan adalah data yang sebelumnya telah diseleksi pada Raspberry Pi 3 sehingga hanya data pelanggar yang ditampilkan. Sedangkan untuk bagian penampil gambar masih belum menemukan cara untuk menampilkan gambar secara langsung, maka dari itu digunakan cara dengan mengirim *file-link* lokasi gambar yang disimpan pada PC utama seperti pada Gambar 8. Pada Gam-

bar 8 terdapat beberapa kolom yang pertama yakni waktu kapan terjadinya pelanggaran yang meliputi tanggal dan waktu kejadian. Yang kedua adalah data kecepatan yang didapat dari perhitungan pada arduino dan kolom yang terakhir adalah gambar kendaraan yang telah melanggar batas kecepatan yang ditentukan.

No	Date/Time	Speed	Capture
1	2017-08-02 03:22:12	4.08	
2	2017-08-02 03:22:14	4.20	
3	2017-08-02 03:22:17	3.99	
4	2017-08-02 03:22:19	4.20	
5	2017-08-02 03:22:21	4.68	
6	2017-08-02 03:22:23	4.209199	

Gambar 8. Form Monitoring Plan

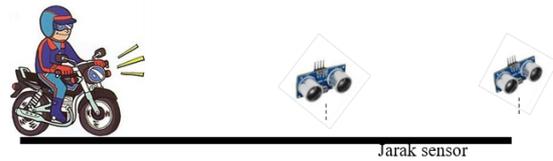
## PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada tahapan ini dilakukan pengujian dan analisis terhadap performa alat dan ketersesuaian terhadap rancangan sistem yang diharapkan. Pengujian dan analisa yang dilakukan meliputi pengujian *monitoring online* serta pengujian dan analisis dari jalannya sistem pada penelitian ini

### 1. Pengujian Data Kecepatan

Pada bagian ini di jelaskan dalam tabel hasil kecepatan yang telah ditentukan. Pengujian ini menggunakan Unit Speedmeter GPS yang biasa digunakan untuk mengukur kecepatan kendaraan. Hal tersebut digunakan untuk membuktikan bahwa pembacaan kecepatan berjalan dengan baik. Pengujian kecepatan ini sendiri menggunakan cara dengan melaju konstan di beberapa titik kecepatan yang telah ditentukan lalu melewati sensor sehingga kecepatan dapat terbaca. Teknis skenario pengujian dapat dijelaskan melalui Gambar 9.

Motor dilengkapi GPS



Gambar 9. Pengujian sensor kecepatan.

Dari Gambar 9 motor yang dilengkapi Speedmeter GPS dipacu dengan kecepatan konstan pada beberapa titik kecepatan yang ditentukan. Sehingga ketika melalui sensor kecepatan yang didapat pada pembacaan sensor dapat dibandingkan dengan kecepatan pada GPS.

Tabel 2. Pengujian dengan data sensor kecepatan 20 km/jam

Data kecepatan GPS (km/jam)	Data Pembacaan (km/jam)	Error (%)
20	19,4	3 %
20	19.5	2,5 %
20	19,5	2,5 %
20	19,7	1,5 %
20	19,5	2,5 %
20	19,5	2,5 %
20	20	0 %
20	19,6	2 %
20	19,7	1,5 %
20	19,7	1,5 %
<b>Total Error (%)</b>		<b>1,95 %</b>

Dalam pengujian pembacaan ini dilakukan dengan menggunakan speedmeter GPS dengan kecepatan konstan di 3 titik pengujian kecepatan dimana masing- masing titik diuji sebanyak 10 kali dan menggunakan jarak 150 cm pada kedua sensornya. Data pengujian dapat dijelaskan dalam Tabel 2. Berdasar hasil diatas dengan pengujian kecepatan sebesar 20 km/jam didapatkan rata-rata error pembacaan

caan sensor sebesar 1,95 %.

**Tabel 3.** Pengujian dengan data sensor kecepatan 40 km/jam

Data kecepatan GPS (km/jam)	Data Pembacaan (km/jam)	Error (%)
40	38,8	3 %
40	38,9	2,75 %
40	39	2,5 %
40	38,7	3,25 %
40	38,8	3 %
40	39,1	2,25 %
40	38,7	3,25 %
40	38,7	3,25 %
40	38,9	2,75 %
40	39,2	2 %
<b>Total Error (%)</b>		2,8 %

Berdasar hasil diatas dengan pengujian kecepatan sebesar 40 km/jam didapatkan rata-rata error pembacaan sensor sebesar 2,8 %.

**Tabel 4.** Pengujian dengan data sensor kecepatan 60 km/jam

Data kecepatan GPS (km/jam)	Data Pembacaan (km/jam)	Error (%)
60	57,5	4,17 %
60	57,6	4 %
60	58	3,33 %
60	57,7	3,83 %
60	57,7	3,83 %
60	57,1	4,83 %
60	57,6	4 %
60	57,5	4,17 %
60	57,6	4 %
60	57,2	4,67 %

<b>Total Error (%)</b>	2,8 %	4,08
------------------------	-------	------

Berdasar hasil diatas dengan pengujian kecepatan sebesar 60 km/jam didapatkan rata-rata error pembacaan sensor sebesar 4,08 %. Dari hasil yang didapat berdasar tabel diatas hasil dari perbandingan dengan menggunakan speedmeter GPS memiliki beberapa tingkat error yang semakin besar nilainya apabila kecepatan juga semakin tinggi.

## 2. Pengujian pengambilan gambar objek

Pengujian pengambilan gambar dengan kamera ini dilakukan dengan menentukan kecepatan objek yang bergerak, hal ini dilakukan supaya objek yang bergerak dapat tertangkap kamera. Kamera yang digunakan adalah kamera USB yang beresolusi rendah 720P (HD). Pada pengujian ini didapatkan gambar objek dengan jelas, jika objek bergerak dengan kecepatan konstan 4,56 km/jam. Pada pengambilan gambar objek dilakukan pada dua jalur (*track*) seperti pada Gambar 10 a dan 10 b.



**Gambar 10.** Pengujian pengambilan gambar pada jalur A

## 3. Pengujian Database

Pada bagian ini di jelaskan tentang pengujian pengiriman data dari mikrokontroler menuju ke *database*, yakni data kecepatan kendaraan yang melanggar batas. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 11.

id	date	speed	link
2	2017-09-06 00:13:10	385	image0.php
3	2017-09-06 00:14:49	4.3	image1.php
4	2017-09-06 00:15:04	6.52	image2.php
5	2017-09-06 00:15:12	497	image3.php
6	2017-09-06 00:15:18	472	image4.php
7	2017-09-06 00:15:45	4.0	image5.php
8	2017-09-06 00:16:00	6.6	image6.php
9	2017-09-06 00:16:04	4.61	image7.php

Gambar 11. Database pengujian kecepatan

Berdasarkan Gambar 11. pembacaan kecepatan kendaraan yang melanggar batas dapat disimpan dalam database beserta tanggal dan waktu terjadinya pelanggaran.

#### 4. Pengujian Online Monitoring

Pada bagian ini akan dijelaskan tentang bagaimana sistem online monitoring dapat bekerja sehingga dapat ditampilkan melalui komputer lain. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 12. Berdasarkan Gambar 12 adalah tampilan web pada komputer.

1	2017-09-06 00:13:10	385	image0.php
2	2017-09-06 00:14:49	4.3	image1.php
3	2017-09-06 00:15:04	6.52	image2.php
4	2017-09-06 00:15:12	497	image3.php
5	2017-09-06 00:15:18	472	image4.php
6	2017-09-06 00:15:45	4.0	image5.php
7	2017-09-06 00:16:00	6.6	image6.php
8	2017-09-06 00:16:04	4.61	image7.php

Gambar 12. tampilan WEB Online Monitoring kecepatan

Tampilan web data pelanggar kecepatan dapat ditampilkan pada komputer lain dengan hasil tampilan yang sama persis. Hal ini membuktikan bahwa web monitoring kecepatan dapat diakses melalui komputer lain dengan menggunakan alamat web yang telah ditentukan.

#### 5. Analisis dan Evaluasi

Dari semua proses pengujian dan analisa diatas maka dapat dikatakan bahwa prototype

pada penelitian penelitian ini berjalan dengan baik. Dalam pengujian sensor untuk membaca kecepatan diketahui bahwa pada kecepatan 20 Km/jam errornya 1,95 % sedangkan pada kecepatan 40 Km/jam, didapatkan error sebesar 2.8% dan pada kecepatan 60 Km/jam nilai rata-rata errornya sebesar 4,08 % Berdasarkan nilai rata-rata error dari tiga macam kecepatan tersebut nilai erro masih dibawah 5%. Secara umum sistem dapat berjalan dengan baik, mulai dari dilakukannya proses perhitungan untuk menentukan kecepatan, memilah kecepatan yang melebihi set point, pembuatan data base dan tampilan web untuk memantau dan melihat capture kamera obyek yang melebihi kecepatan. Penggunaan mini komputer RaspBerry Pi 3 cukup efektif dan dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam sistem ini adalah Python 3.

```
while 1:
    x = ser.readline()
    print (x)

    if x > "3.8":
        os.system('fswebcam -p YUYV -d /dev/video0 -r 640x480 SDIR/$fswebcam --no-banner -r 640x480 image+str(a)+'.jpg') # uses Fswebcam to take picture
        image='image'+str(a)+'.php'
        a = a+1
        print (x)
```

Gambar 13. Script bahasa pemrograman Phyton pada Rasperry Pi 3.

### KESIMPULAN

Dari percobaan dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem kerja mesin dimulai dengan sensor kecepatan mengirimkan data dengan akurat dari mikrokontroler (arduino) ke Rasperry Pi 3 dengan komunikasi serial. Kemudian dengan pemrograman Phyton 3, Rasperry Pi 3 memerintahkan kamera untuk aktif jika data kecepatan yang diterima melebihi dari nilai batas kecepatan yang telah ditentukan.
2. Dalam pengujian sensor untuk membaca ke-

- cepatan diketahui bahwa pada kecepatan 20 Km/jam errornya 1,95 % sedangkan pada kecepatan 40 Km/jam, didapatkan error sebesar 2.8% dan pada kecepatan 60 Km/jam nilai rata-rata errornya sebesar 4,08 %
3. Berdasarkan nilai rata-rata error sensor kecepatan dari tiga macam skenario kecepatan tersebut nilai error masih dibawah 5%.
  4. Pada pengujian ini, agar didapatkan gambar objek dengan jelas, objek bergerak dengan kecepatan konstan 4,56 km/jam
  5. Agar gambar yang dihasilkan dapat bagus diperlukan kamera yang memiliki teknologi lebih bagus seperti IP Camera yang beresolusi tinggi, HD (*High Definition*)
- ### DAFTAR PUSTAKA
- Arfianto, A. Z., & Affandi, A. (2010). RANCANG BANGUN LAYANAN WEBSITE INTERAKTIF PADA SISTEM KOMUNIKASI VESSEL MESSAGING SYSTEM (VMeS).
- Handoko, C. R., Arfianto, A. Z., & Hasin, M. K. (2017). Perangkat Informasi Kecepatan Angin Berbasis Motor DC dan Jaringan Internet of Things. *Seminar MASTER PPNS; Vol 2 No 1 (2017): Seminar MASTER 2017*. Retrieved from <http://journal.ppns.ac.id/index.php/SeminarMASTER/article/view/264>
- Hani, S. (2010). Sensor Ultrasonik SRF05 sebagai Memantau Kecepatan Kendaraan Bermotor. *Jurnal Teknologi*, 3(2), 120–128.
- KPPIP. (2017). PROYEK PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR JALAN TOL. Retrieved from <https://kppip.go.id>
- Ningsih, F. P. (2011). *PENGUKURAN KECEPATAN OBYEK BERGERAK MENGGUNAKAN WEBCAM BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DIGITAL*. Undergraduate Theses ITS. Surabaya: ITS-Undergraduate.
- Sinaulan, O. M. (2015). Perancangan Alat Ukur Kecepatan Kendaraan Menggunakan ATMega 16. *Jurusan Teknik Elektro-FT UNSRAT, Manado-95115*, 4(3), 60–70.
- Tsani, N. H., T, I. B. D. M., & T, A. L. P. S. (2017). Implementasi Deteksi Kecepatan Kendaraan Menggunakan Kamera Webcam dengan Metode Frame Difference The Implementation of Vehicle Speed Detection using Webcam with Frame Difference Method, 4(2), 2373–2381.
- Zufrizal. (2017). Ini Penyebab Utama Kecelakaan di Jalan Tol. Retrieved from <http://industri.bisnis.com/read/20171109/45/707668/ini-penyebab-utama-kecelakaan-di-jalan-tol>.

## PERSEPSI PEGAWAI MENGENAI LINGKUNGAN PENGENDALIAN INTERN DI POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA

Oleh:  
**Indah Ayu Johanda Putri<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Program Studi Teknika, Politeknik Pelayaran Surabaya*

*E-mail: indahayu@poltekel-sby.ac.id.*

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persepsi pegawai mengenai lingkungan pengendalian intern di Politeknik Pelayaran Surabaya. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif. Informan dalam penelitian ini adalah seluruh pegawai di Politeknik Pelayaran Surabaya yang berstatus PNS. Analisis data menggunakan analisis deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan persepsi pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya terhadap lingkungan pengendalian adalah cukup memadai.

**Kata Kunci** : *Persepsi, Lingkungan Pengendalian Intern*

### PENDAHULUAN

Mengapa satu organisasi dapat berjalan dan bekerja secara lebih sistematis, optimal, dan berkembang dibandingkan organisasi yang lain?. Salah satu jawabannya adalah karena adanya mekanisme pengendalian internal dalam organisasi yang berupaya menjaga dan mengarahkan organisasi sesuai dengan tujuan, strategi, serta nilai organisasi. Hal ini sesuai dengan pendapat Cohen, dkk (2008:129) bahwa pengendalian bukan masalah mengetahui dan mengarahkan segala sesuatu yang terjadi dalam organisasi. Selain itu, pengendalian juga bukan berarti menghindari semua kesalahan. Pengendalian adalah kemampuan untuk mengarahkan perilaku organisasi agar dapat menyesuaikan diri dengan strategi, tujuan, serta nilai-nilai organisasi. Pengendalian tidak mencegah orang untuk melakukan kesalahan tetapi menciptakan lingkungan yang mendorong mereka agar melakukan hal yang benar.

Sebelumnya, dalam dunia birokrasi me-

kanisme pengendalian internal dikenal dengan istilah Pengawasan Melekat (Waskat) yang bersifat statis dan berdiri sendiri, kemudian berkembang menjadi Sistem Pengendalian Intern Pemerintah (SPIP) yang lebih dinamis dan terintegrasi. Sebagaimana dalam Penjelasan Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 dijelaskan bahwa SPIP merupakan sistem pengendalian intern yang diselenggarakan secara menyeluruh di lingkungan pemerintah pusat dan pemerintah daerah, dengan tujuan memberikan keyakinan yang memadai bagi tercapainya efektifitas dan efisiensi pencapaian tujuan penyelenggaraan pemerintah negara, keandalan pelaporan keuangan, pengamanan aset negara, dan mendorong ketaatan terhadap peraturan perundang-undangan. Adapun unsur Sistem Pengendalian Intern Pemerintah berdasarkan PP 60 tahun 2008 antara lain : (1) lingkungan pengendalian, (2) penilaian risiko, (3) kegiatan pengendalian, (4) informasi dan komunikasi dan (5)

pemantauan. Dan dalam penerapannya harus memperhatikan rasa keadilan dan kepatutan serta mempertimbangkan ukuran, kompleksitas, dan sifat dari tugas dan fungsi instansi pemerintah tersebut.

Namun demikian, hingga saat ini sistem pengendalian internal tersebut masih dianggap belum berjalan. Menurut Warsito Kawedar (2010) berpendapat bahwa masih seringnya diberitakan kejadian berupa laporan keuangan pemerintah yang masih banyak mendapatkan opini Wajar Dengan Pengecualian (WDP) serta Disclaimer, aset pemerintah yang belum terkelola dengan baik, masih banyaknya komplain atas pelayanan pemerintah, masih banyaknya aparat pemerintah yang melanggar peraturan (penggelapan pajak, penyusutan, pencurian informasi, dan penyalahgunaan aset negara), penggunaan sumber daya yang kurang efektif dan efisien, serta masih banyaknya program pemerintah yang belum menyentuh persoalan dasar masyarakat menjadi bukti bahwa internalisasi SPIP perlu dilakukan secara mendasar dan besar-besaran.

SPIP diharapkan dapat menjadi alat untuk antisipasi dan deteksi dini (*built in control*) terhadap ketidaksesuaian atau celah pelanggaran yang mungkin timbul dalam organisasi. Ketika *internal control system* yang dijabarkan dalam SPIP bekerja secara otomatis melakukan fungsi pengawasan, maka setiap insan birokrasi pemerintah suka tidak suka akan bekerja "*under control*". Selanjutnya, apabila kondisi ini dipertahankan maka terciptalah *internal control culture*, artinya sistem pengendalian intern menjadi bagian dari budaya organisasi pemerintahan di Indonesia. Dengan berbudaya SPIP, pendekatan yang digunakan dalam pengawasan berbasis pada *soft control* dimana unsur manusia (SDM) menjadi subjek aktif, disamping pula *hard control* yang mengandalkan keberadaan peraturan dan pimpinan menjadi unsur utama.

Sebagai Satker yang telah menerapkan Pengelolaan keuangan BLU, Politeknik

Pelayaran Surabaya wajib untuk mengimplementasikan Sistem Pengendalian Intern Pemerintah (SPIP), dengan SPIP ini nantinya dapat tercipta sistem yang akan mencegah terjadinya tindakan yang dapat merugikan keuangan negara, dan walaupun tindakan tersebut akhirnya terjadi, hal tersebut dapat terdeteksi sejak dini. Tujuan ini selaras dengan adanya kewajiban Politeknik Pelayaran Surabaya untuk memiliki laporan keuangan yang berkualitas. Laporan keuangan dikatakan berkualitas jika laporan keuangan yang disajikan tersebut memenuhi syarat normatif yaitu relevan, andal, dapat dibandingkan dan dapat dipahami. Berkualitas tidaknya laporan keuangan dapat dilihat dari hasil opini audit yang diberikan oleh BPK. Karena Politeknik Pelayaran Surabaya merupakan satker BLU, laporan keuangan yang dimiliki oleh Politeknik Pelayaran Surabaya selain diaudit oleh BPK juga diaudit oleh Kantor Akuntan Publik. Berikut adalah hasil opini audit dari Kantor Akuntan Publik terhadap laporan Keuangan Selama 4 tahun terakhir.

**Tabel 1.** Opini Kantor Akuntan Publik (KAP) Terhadap Laporan Keuangan Politeknik Surabaya

Tahun	2013	2014	2015	2016
Opini Laporan Keuangan	Wajar Tanpa Pengecualian	Wajar Tanpa Pengecualian	Wajar Tanpa Pengecualian	Wajar Tanpa Pengecualian

Sumber: Data SPI, 2017

Keberhasilan Politeknik Pelayaran Surabaya meraih opini dalam jangka waktu 4 tahun berturut-turut (2014-2016), merupakan salah satu bukti SPIP di Politeknik Pelayaran Surabaya berjalan dengan baik. Keberhasilan Politeknik Pelayaran Surabaya meraih opini Wajar Tanpa Pengecualian (WTP), jelas bukan berarti harus mengendorkan sistem pengendalian intern yang ada, akan tetapi semakin memacu untuk senantiasa melakukan perbaikan-perbaikan SPIP yang sudah ada. Sebab, dari hasil pengamatan di lapangan,

ternyata belum semua penanggung jawab di semua posisi di Politeknik Pelayaran Surabaya memahami arti pentingnya SPIP. Hal ini antara lain tercermin dalam beberapa perilaku penanggung jawab yang masih belum menunjukkan komitmen yang tinggi dalam melaksanakan tugasnya, identifikasi dan analisis risiko belum sepenuhnya dilakukan pada beberapa unit, aktivitas pengendalian yang belum optimal yang bisa dilihat dari kurangnya pengecekan independen terhadap tugas-tugas yang dikerjakan oleh satu bagian serta manajemen aset yang belum optimal, informasi mengenai visi, misi dan tujuan yang belum seluruhnya diterima oleh pegawai tingkat bawah, serta pemantauan kinerja yang kurang efektif. Jika seluruh pegawai belum mempunyai persepsi yang sama terhadap pentingnya Implementasi SPIP, maka hal ini bisa berimbas pada keberlangsungan opini WTP di tahun-tahun berikutnya. Oleh karena itu, dalam penelitian ini diarahkan pada usaha untuk mengetahui Persepsi Pegawai mengenai Implementasi Unsur Sistem Pengendalian Intern Pemerintah di Politeknik Pelayaran Surabaya, dengan membatasi hanya pada unsur lingkungan pengendalian yang merupakan unsur pertama dari SPIP. Karena lingkungan Pengendalian merupakan fondasi dari unsur-unsur SPIP lainnya, dimana keefektifan dari SPIP sangat tergantung dari implementasi lingkungan pengendalian. Lingkungan pengendalian yang kondusif akan memberikan kontribusi dalam mencapai keefektifan SPIP, sebaliknya lingkungan pengendalian yang buruk juga akan mengakibatkan kegagalan dalam mencapai SPIP yang efektif.

Dari uraian diatas, maka judul penelitian yang sesuai untuk penelitian ini adalah **“Persepsi Pegawai Mengenai Lingkungan Pengendalian Intern di Politeknik Pelayaran Surabaya”**.

## **KAJIAN PUSTAKA**

### **1. Persepsi Pegawai**

Sukanti, dkk (2008) mendefinisikan persepsi sebagai suatu proses penerimaan, penafsiran, pemberian makna pada suatu objek dengan menggunakan alat inderanya kemudian menginterpretasikan sesuai dengan kemampuan individu untuk menyimpulkan sebagai reaksi terhadap obyek tersebut. Walgito (2002) mendefinisikan persepsi dalam arti yang hampir sama dengan Sukati, dkk. dimana persepsi adalah proses mengolah informasi yang diperoleh melalui penginderaan kemudian diorganisasi dan diinterpretasikan, membentuk aktivitas yang terintegrasi dalam diri individu yang melibatkan kemampuan berfikir, perasaan dan pengalaman-pengalaman.

Berdasarkan pengertian persepsi di atas, maka Persepsi Pegawai adalah proses pegawai mengolah informasi yang diperoleh melalui penginderaan kemudian pegawai berusaha untuk mengorganisasi, menginterpretasikan dan membuat kesimpulan dari informasi tersebut dimana dalam keseluruhan proses tersebut akan melibatkan kemampuan berpikir, perasaan dan pengalaman-pengalaman dari pegawai. Dalam penelitian ini, pegawai akan memberikan persepsi cukup memadai dan memadai apabila pegawai merasa bahwa unsur-unsur dalam lingkungan pengendalian sudah diimplementasikan dengan baik di Politeknik Pelayaran Surabaya. Sebaliknya, pegawai akan memberikan persepsi tidak memadai atau kurang memadai apabila pegawai merasa bahwa unsur-unsur dalam lingkungan pengendalian belum diimplementasikan dengan baik di Politeknik Pelayaran Surabaya.

### **2. Sistem Pengendalian Intern Pemerintah (SPIP)**

Krismiaji (2005) mendefinisikan pengendalian intern sebagai suatu rencana organisasi dan metode yang digunakan untuk menjaga dan melindungi aktiva, menghasilkan informasi yang akurat, memperbaiki efisiensi, dan

mendorong ditaatinya kebijakan manajemen. Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) nomor 60 tahun 2008 tentang Sistem Pengendalian Intern Pemerintah, bahwa Sistem Pengendalian Intern (SPIP) adalah proses yang integral pada tindakan dan kegiatan yang dilakukan secara terus menerus oleh pimpinan dan seluruh pegawai untuk memberikan keyakinan memadai atas tercapainya tujuan organisasi melalui kegiatan yang efektif dan efisien, keandalan pelaporan keuangan, pengamanan aset negara, dan ketaatan terhadap peraturan perundang-undangan. Menurut Mahmudi (2010), sistem akuntansi berkaitan erat dengan sistem pengendalian internal organisasi. Sistem akuntansi yang bagus adalah sistem akuntansi yang didalamnya mengandung sistem pengendalian yang memadai.

Pengertian sistem pengendalian intern adalah proses yang integral dari tindakan dan kegiatan yang dilakukan oleh manajemen (eksekutif) dan jajarannya untuk memberikan jaminan atau keyakinan yang memadai atas tercapainya tujuan organisasi melalui kegiatan yang efektif dan efisien, keandalan pelaporan keuangan, pengamanan aset negara, dan ketaatan terhadap peraturan perundang-undangan. Dalam Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 60 tahun 2008 disebutkan bahwa, untuk mencapai pengelolaan keuangan negara yang efektif, efisien, transparan, dan akuntabel, menteri/pimpinan lembaga, gubernur, dan bupati/walikota wajib melakukan pengendalian atas penyelenggaraan kegiatan pemerintahan. Pengendalian atas penyelenggaraan kegiatan pemerintahan tersebut dilaksanakan dengan berpedoman pada Sistem Pengendalian Intern Pemerintah (SPIP). SPIP ini dimaksudkan dengan tujuan memberikan keyakinan yang memadai bagi tercapainya efektivitas dan efisiensi pencapaian tujuan penyelenggaraan pemerintahan negara, keandalan pelaporan keuangan, pengamanan aset negara, dan ketaatan terhadap peraturan perundang-undangan.

Sistem pengendalian intern meliputi

struktur organisasi, metode dan ukuran-ukuran yang dikoordinasikan untuk menjaga kekayaan organisasi, mengecek ketelitian dan keandalan data akuntansi, mendorong efisiensi, dan dipatuhinya kebijakan manajemen. Menurut tujuannya, pengendalian intern dapat dibagi menjadi dua yaitu pengendalian intern akuntansi (*intern accounting control*) dan pengendalian intern administratif (*internal administrative control*). Pengendalian intern akuntansi yang merupakan bagian dari sistem pengendalian intern, meliputi struktur organisasi, metode dan ukuran-ukuran yang dikoordinasikan terutama untuk menjaga kekayaan organisasi dan mengecek ketelitian dan keandalan data akuntansi. Pengendalian intern akuntansi yang baik akan menjamin keamanan kekayaan para investor dan kreditor yang ditanamkan dalam organisasi dan akan menghasilkan laporan keuangan yang dapat dipercaya. Pengendalian intern administratif meliputi struktur organisasi, metode dan ukuran-ukuran yang dikoordinasikan terutama untuk mendorong efisiensi dan dipatuhinya kebijakan manajemen (Mulyadi, 2010).

Adapun unsur Sistem Pengendalian Intern Pemerintah berdasarkan PP 60 tahun 2008 antara lain :

- a. Lingkungan pengendalian
- b. Penilaian resiko
- c. Kegiatan pengendalian
- d. Informasi dan komunikasi
- e. Pemantauan pengendalian intern.

### **3. Lingkungan Pengendalian Intern**

Lingkungan Pengendalian berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 60 Tahun 2008 adalah kondisi dalam instansi pemerintah yang mempengaruhi efektivitas pengendalian intern. Lingkungan Pengendalian merupakan fondasi dari unsur-unsur SPIP lainnya karena keefektifan dari SPIP sangat tergantung dari implementasi Lingkungan Pengendalian. Lingkungan Pengendalian yang kondusif akan memberikan kontribusi dalam mencapai keefektifan SPIP, sebaliknya Lingkungan

Pengendalian yang buruk juga akan mengakibatkan kegagalan dalam mencapai SPIP yang efektif. Lingkungan Pengendalian yang kondusif memiliki prasyarat bahwa dalam instansi pemerintah terdapat pegawai yang:

- a. Berkompeten
- b. Memahami tanggung jawabnya
- c. Memahami batasan kewenangannya
- d. Memiliki pengetahuan yang memadai
- e. Memiliki kesadaran yang penuh dan komitmen untuk melakukan apa yang benar
- f. berkomitmen untuk mematuhi kebijakan dan prosedur organisasi berikut standar etika dan perilaku (BPKP, 2009).

Lingkungan Pengendalian merupakan komponen pengendalian yang bersifat *soft control* (pengendalian lunak) yang bersifat dinamis sehingga teknik yang digunakan untuk menilai keberadaan dan efektivitasnya diperoleh dari pendapat dan persepsi para pegawai dibandingkan dengan kondisi fisiknya (BPKP, 2009).

Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 Pasal 4 mewajibkan pimpinan instansi pemerintah untuk menciptakan dan memelihara Lingkungan Pengendalian yang menimbulkan perilaku positif dan kondusif untuk penerapan SPIP dalam lingkungan kerjanya melalui hal-hal sebagai berikut:

- a. Penegakan integritas dan nilai etika  
Pasal 5 dalam Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 menyatakan bahwa dalam menegakkan integritas dan nilai etika, pimpinan instansi sekurang-kurangnya melakukan tindakan sebagai berikut:
  - 1) Melakukan penyusunan dan penerapan aturan perilaku di lingkungannya.
  - 2) Memberikan keteladanan pelaksanaan aturan perilaku.
  - 3) Menegakkan tindakan disiplin yang tepat atas penyimpangan terhadap kebijakan, prosedur, dan aturan perilaku.
  - 4) Menjelaskan dan mempertanggungjawabkan adanya intervensi atau pengabaian atas sistem pengendalian.

- 5) Menghapus kebijakan atau penugasan yang memberikan ruang untuk berperilaku tidak etis.
- b. Komitmen terhadap kompetensi  
Pasal 6 dalam Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 menyebutkan bahwa komitmen terhadap kompetensi sekurang-kurangnya dilakukan dengan:
  - 1) Mengidentifikasi dan menetapkan kegiatan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas dan fungsi pada setiap posisi dalam instansinya.
  - 2) Menyusun standar kompetensi untuk setiap tugas dan fungsi pada masing-masing posisi dalam instansinya.
  - 3) Menyelenggarakan pendidikan dan pelatihan serta pembimbingan untuk membantu pegawai mempertahankan dan meningkatkan kompetensi pekerjaannya.
  - 4) Memilih pimpinan instansi yang memiliki kemampuan manajerial dan pengalaman teknis yang luas dalam pengelolaan instansinya.
- c. Kepemimpinan yang kondusif  
Pasal 7 dalam Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 menegaskan bahwa kepemimpinan yang kondusif sekurang-kurangnya ditunjukkan dengan:
  - 1) Mempertimbangkan risiko dalam setiap pengambilan keputusan.
  - 2) Menerapkan manajemen berbasis kinerja di instansinya.
  - 3) Mendukung fungsi tertentu dalam penerapan sistem pengendalian instansi pemerintah.
  - 4) Melindungi aset dan informasi dari akses dan penggunaan yang tidak sah.
  - 5) Melakukan interaksi secara intensif dengan pejabat pada tingkatan yang lebih rendah.
  - 6) Menanggapi secara positif terhadap pelaporan yang berkaitan dengan keuangan, penganggaran, program dan kegiatan.

- d. Pembentukan struktur organisasi yang sesuai dengan kebutuhan  
Pembentukan struktur organisasi yang sesuai dengan kebutuhan menurut Pasal 8 Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 sekurang-kurangnya dilakukan dengan:
- 1) Melakukan penyesuaian struktur organisasi dengan ukuran dan sifat kegiatan instansi.
  - 2) Memberikan kejelasan tentang wewenang dan tanggung jawab dalam instansinya.
  - 3) Memberikan kejelasan tentang hubungan dan jenjang pelaporan intern dalam instansinya.
  - 4) Melaksanakan evaluasi dan penyesuaian secara periodik terhadap struktur organisasi sehubungan dengan adanya perubahan lingkungan strategis.
  - 5) Menetapkan jumlah pegawai yang sesuai terutama untuk posisi pimpinan.
- e. Pendelegasian wewenang dan tanggung jawab yang tepat  
Pendelegasian wewenang dan tanggung jawab yang tepat berdasarkan Pasal 9 Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 sekurang-kurangnya dilaksanakan dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:
- 1) Wewenang diberikan kepada pegawai yang tepat sesuai dengan tingkat tanggung jawabnya dalam rangka pencapaian tujuan instansi pemerintah.
  - 2) Pegawai yang diberi wewenang harus memahami bahwa wewenang dan tanggung jawab yang diberikan terkait dengan pihak lain dalam instansinya.
  - 3) Pegawai yang diberi wewenang harus memahami bahwa pelaksanaan wewenang dan tanggung jawab terkait dengan penerapan SPIP.
- f. Penyusunan dan penerapan kebijakan yang sehat tentang pembinaan sumber daya manusia  
Pasal 10 dalam Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 menyebutkan bahwa dalam penyusunan dan penerapan kebijakan yang sehat tentang pembinaan sumber daya manusia dilaksanakan dengan memperhatikan sekurang-kurangnya hal-hal sebagai berikut:
- 1) Penetapan kebijakan dan prosedur sejak rekrutmen sampai dengan pemberhentian pegawai.
  - 2) Penelusuran latar belakang calon pegawai dalam proses rekrutmen.
  - 3) Supervisi yang memadai terhadap pegawai.
- g. Perwujudan peran aparat pengawasan intern pemerintah yang efektif  
Perwujudan peran aparat pengawasan intern pemerintah yang efektif berdasarkan Pasal 11 Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 sekurang-kurangnya harus:
- 1) Memberikan keyakinan yang memadai atas ketaatan, kehematan, efisiensi, dan efektivitas pencapaian tujuan penyelenggaraan tugas dan fungsi instansinya.
  - 2) Memberikan peringatan dini dan meningkatkan efektivitas pengelolaan risiko dalam penyelenggaraan tugas dan fungsi instansinya.
  - 3) Memelihara dan meningkatkan kualitas tata kelola penyelenggaraan tugas dan fungsi instansinya.
- h. Hubungan kerja yang baik dengan instansi pemerintah terkait  
Pasal 12 dalam Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 menegaskan bahwa hubungan kerja yang baik dengan instansi pemerintah terkait diwujudkan dengan adanya mekanisme saling uji antar instansi pemerintah terkait.

#### 4. Penelitian yang Relevan

Indriasari dan Nahartyo (2008) dengan judul penelitian “Pengaruh Kapasitas Sumber Daya Manusia, Pemanfaatan Teknologi Informasi, dan Pengendalian Intern Akuntansi Terhadap Nilai Informasi Pelaporan Keuangan

gan Pemerintah Daerah (Studi Pada Pemerintah Kota Palembang dan Kabupaten Ogan Ilir). Penelitian ini dilakukan pada SKPD di Kota Palembang dan Kabupaten Ogan Ilir, dengan jumlah sampel sebanyak 117 orang. Hasil yang ditunjukkan bahwa Pemanfaatan teknologi informasi, dan pengendalian intern akuntansi memiliki pengaruh positif terhadap keterandalan pelaporan keuangan pemerintah daerah. Sedangkan Kapasitas SDM berpengaruh negatif terhadap ketepatan waktu pelaporan keuangan pemerintah daerah. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian Indriasari dan Nahartyo (2008) adalah:

1. Sistem Pengendalian Intern pada penelitian ini hanya dibatasi pada unsur lingkungan pengendalian, bukan semua unsur SPIP.
2. Penelitian ini tidak menguji pengaruh antara satu variabel dengan variabel lainnya, melainkan mencoba untuk mengetahui sampai sejauh mana Persepsi Pegawai terhadap Implementasi lingkungan pengendalian, yang merupakan salah satu unsur dari SPIP Atau dengan kata lain, penelitian ini adalah penelitian deskriptif.

## **METODE PENELITIAN**

### **1. Jenis Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif. Dimana dalam penelitian ini, akan mendeskripsikan tentang persepsi pegawai terhadap implementasi unsur-unsur Sistem Pengendalian Intern Pemerintah di Politeknik Pelayaran Surabaya. Lingkup unsur-unsur Sistem Pengendalian Intern Pemerintah yang dimaksud dalam penelitian ini berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 60 Tahun 2008.

### **2. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini akan dilakukan di Politeknik Pelayaran Surabaya pada tanggal 1 April - 30 Oktober 2017.

### **3. Definisi Operasional Variabel**

Persepsi pegawai mengenai lingkungan pengendalian intern adalah proses pegawai mengolah informasi yang diperoleh melalui penginderaan kemudian pegawai berusaha untuk mengorganisasi, menginterpretasikan dan membuat kesimpulan dari informasi tersebut dimana dalam keseluruhan proses tersebut akan melibatkan kemampuan berpikir, perasaan dan pengalaman-pengalaman dari pegawai mengenai kondisi lingkungan pengendalian intern Politeknik Pelayaran Surabaya. Kondisi lingkungan intern Politeknik Pelayaran Surabaya meliputi unsur Penegakan integritas dan nilai etika, Komitmen terhadap kompetensi, Kepemimpinan yang kondusif, Pembentukan struktur organisasi yang sesuai dengan kebutuhan, Pendelegasian wewenang dan tanggung jawab yang tepat, Penyusunan dan penerapan kebijakan yang sehat tentang pembinaan sumber daya manusia, Perwujudan peran aparat pengawasan intern pemerintah yang efektif dan Hubungan kerja yang baik dengan instansi pemerintah terkait.

### **4. Populasi dan Sampel**

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri dari objek/subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2010). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya yang berjumlah 228 Orang. Dan sampel dalam penelitian ini adalah pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya yang berstatus PNS dengan jumlah 113 orang.

### **5. Metode Pengumpulan Data**

Penelitian ini akan menggunakan teknik survey dalam pengumpulan data dan menggunakan kuesioner sebagai instrument penelitian. Teknik survey akan cukup menggambarkan persepsi dengan cukup akurat dan cepat. Dan dengan menggunakan kuesioner akan

mampu mengkuantifikasikan data kualitatif sehingga dapat dianalisis dengan lebih akurat.

## 6. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuesioner tertutup, karena jawaban dalam kuesioner sudah disediakan sehingga responden tinggal memilih jawaban yang dikehendaki. Skala pengukuran yang digunakan adalah skala model *Likert*. Skala model *Likert* digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena sosial atau disebut sebagai variabel penelitian (Sugiyono, 2013). Skor yang digunakan dalam skala model *Likert* adalah 1 – 4. Dengan keterangan masing-masing skor sebagai berikut.

- 1 adalah **Kurang Memadai**
- 2 adalah **Tidak Memadai**
- 3 adalah **Cukup Memadai**
- 4 adalah **Memadai**

## 7. Teknik Analisis Data

Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif. Teknik analisis deskriptif digunakan untuk memberikan gambaran umum data yang diperoleh dan untuk mendeskripsikan karakteristik responden. Deskripsi karakteristik responden meliputi jumlah dan persentase: jenis kelamin, umur dan tingkat pendidikan pegawai. Sedangkan untuk data persepsi pegawai dilakukan dengan cara mendeskripsikan persentase dari setiap variable, yaitu persepsi pegawai terhadap unsur – unsur lingkungan pengendalian intern di Politeknik Pelayaran Surabaya.

# HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

## 1. Hasil Penelitian

### Deskripsi Data Umum

Politeknik Pelayaran Surabaya merupakan salah satu Politeknik di Indonesia yang memenuhi kebutuhan tenaga pelaut profesional khususnya ahli Nautika, Ahli Teknika

dan Ahli Elektro Pelayaran untuk pelayaran kapal niaga. Visi Politeknik Pelayaran Surabaya menjadi adalah menjadi politeknik pelayaran unggulan bertandar internasional serta mampu berperan aktif dalam industri pelayaran. Sejalan dengan visi tersebut, maka misi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya:

1. Melaksanakan Pendidikan dan Pelatihan di Bidang Pelayaran sesuai Standar Nasional dan Internasional.
2. Melaksanakan Penelitian Ilmiah dalam Industri Pelayaran dan Pengabdian Masyarakat.
3. Melaksanakan Pembinaan Sikap Mental, Moral dan Kesamaptaan kepada Peserta Didik.
4. Meningkatkan professionalism Sumber Daya Manusia Politeknik Pelayaran Surabaya dalam Mendukung Pelaksanaan Tri Dharma Perguruan Tinggi.
5. Mewujudkan sarana dan prasarana Pendidikan dan Pelatihan sesuai dengan perkembangan IPTEK.

### Deskripsi Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya yang berjumlah 228 Orang. Dan sampel dalam penelitian ini adalah pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya yang berstatus PNS dengan jumlah 113 orang. Penelitian ini dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada 113 pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya. Penelitian ini menggunakan teknik survey dalam pengumpulan data dan menggunakan kuesioner sebagai instrument penelitian. Teknik survey akan cukup menggambarkan persepsi dengan cukup akurat dan cepat. Dan dengan menggunakan kuesioner akan mampu mengkuantifikasikan data kualitatif sehingga dapat dianalisis dengan lebih akurat. Peneliti menyerahkan kuesioner dan mengambil kembali kuesioner tersebut sesuai dengan perjanjian pengembalian. Dari 113 kuesioner yang

disebar, 93 kuesioner yang kembali, dan 20 kuesioner tidak kembali.

**Gambaran Umum Responden**

Responden dalam penelitian ini adalah seluruh pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya. Dari data yang terkumpul, diperoleh deskripsi responden yang dapat disajikan dalam tabel berikut:

**Tabel 2.** Gambaran Umum Responden

Uraian	Frekuensi	Persentase
Jenis Kelamin		
Laki-Laki	64	69 %
Perempuan	29	31 %
Umur		
20 – 30 Tahun	4	4 %
31 – 40 Tahun	41	44 %
41 – 50 Tahun	31	33 %
> 50 Tahun	17	19 %
T i n g k a t Pendidikan		
- SMA	7	8%
- D3	21	23%
- S1	58	62%
- S2	1	1%
- S3		

Sumber: Data Primer yang diolah, 2017

Berdasarkan jenis kelamin, 69% responden adalah laki – laki dan 31% perempuan. Berdasarkan umur, prosentase tertinggi yaitu sebesar 44% berada pada rentang usia 31 – 40 tahun, kemudian 33% pada rentang usia 41 – 50 tahun, 19% pada rentang usia > 50 tahun, dan 4% pada rentang usia 20 – 30 tahun. Sedangkan berdasarkan tingkat pendidikannya, sebagian besar responden memiliki tingkat pendidikan S2 yaitu 62%, dan untuk tingkat pendidikan yang paling rendah adalah S3, sebesar 1%.

**2. Hasil Uji Kualitas Data**

**Hasil Uji Validitas Data**

Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan atau kesahihan suatu instrument. Sebuah instru-

ment dikatakan valid apabila mampu mengukur apa yang diinginkan dan dapat mengungkap data dari variable yang diteliti secara tepat (Arikunto, 2006:168). Uji validitas digunakan untuk mengukur sah atau validnya tidaknya kuesioner (Ghozali, 2006:45).

Untuk mengukur valid tidaknya suatu kuesioner dapat diketahui dengan bantuan program SPSS, dengan criteria pengujian sebagai berikut:

- a. Jika  $r \text{ hitung} \geq r \text{ tabel}$  (uji 2 sisi dengan sig. 0,05) maka instrument atau item-item Sub Unsur berkorelasi signifikan terhadap skor total (dinyatakan valid).
- b. Jika  $r \text{ hitung} < r \text{ tabel}$  (uji 2 sisi dengan sig. 0,05) maka instrument atau item-item Sub Unsur tidak berkorelasi signifikan terhadap skor total (dinyatakan tidak valid).

Dari hasil perhitungan program SPSS, diperoleh hasil sebagai berikut:

**Tabel 3.** Hasil Uji Validitas

Sub Unsur	R hitung	R tabel	Hasil
a. Penegakan Integritas dan Nilai Etika			
Nomor 1	0,432	0,202	Valid
Nomor 2	0,406	0,202	Valid
Nomor 3	0,402	0,202	Valid
Nomor 4	0,556	0,202	Valid
Nomor 5	0,211	0,202	Valid
Nomor 6	0,664	0,202	Valid
Nomor 7	0,682	0,202	Valid
Nomor 8	0,639	0,202	Valid
Nomor 9	0,735	0,202	Valid
Nomor 10	0,748	0,202	Valid
Nomor 11	0,762	0,202	Valid
Nomor 12	0,791	0,202	Valid
Nomor 13	0,828	0,202	Valid
Nomor 14	0,657	0,202	Valid
Nomor 15	0,690	0,202	Valid
Nomor 16	0,711	0,202	Valid
Nomor 17	0,576	0,202	Valid
b. Komitmen Terhadap Kompetensi			
Nomor 1	0,698	0,202	Valid

Nomor 2	0,681	0,202	Valid
Nomor 3	0,596	0,202	Valid
Nomor 4	0,448	0,202	Valid
Nomor 5	0,547	0,202	Valid
Nomor 6	0,819	0,202	Valid
Nomor 7	0,582	0,202	Valid
Nomor 8	0,619	0,202	Valid
Nomor 9	0,650	0,202	Valid
Nomor 10	0,552	0,202	Valid
Nomor 11	0,770	0,202	Valid
Nomor 12	0,631	0,202	Valid
c. Kepemimpinan Yang Kondusif			
Nomor 1	0,854	0,202	Valid
Nomor 2	0,769	0,202	Valid
Nomor 3	0,465	0,202	Valid
Nomor 4	0,765	0,202	Valid
Nomor 5	0,920	0,202	Valid
Nomor 6	0,825	0,202	Valid
Nomor 7	0,852	0,202	Valid
d. Pembentukan Struktur Organisasi yang Sesuai Kebutuhan			
Nomor 1	0,706	0,202	Valid
Nomor 2	0,673	0,202	Valid
Nomor 3	0,836	0,202	Valid
Nomor 4	0,745	0,202	Valid
Nomor 5	0,844	0,202	Valid
Nomor 6	0,758	0,202	Valid
Nomor 7	0,780	0,202	Valid
e. Pendelegasian wewenang dan Tanggung Jawab yang Tepat			
Nomor 1	0,681	0,202	Valid
Nomor 2	0,570	0,202	Valid
Nomor 3	0,376	0,202	Valid
Nomor 4	0,629	0,202	Valid
Nomor 5	0,653	0,202	Valid
Nomor 6	0,707	0,202	Valid
Nomor 7	0,716	0,202	Valid
Nomor 8	0,659	0,202	Valid
Nomor 9	0,656	0,202	Valid
f. Penyusunan dan Penerapan Kebijakan yang Sehat Tentang Pengelolaan/ Pembinaan Sumber Daya Manusia			
Nomor 1	0,638	0,202	Valid
Nomor 2	0,750	0,202	Valid
Nomor 3	0,741	0,202	Valid
Nomor 4	0,658	0,202	Valid
Nomor 5	0,612	0,202	Valid
Nomor 6	0,606	0,202	Valid
Nomor 7	0,673	0,202	Valid
Nomor 8	0,431	0,202	Valid
Nomor 9	0,777	0,202	Valid
Nomor 10	0,516	0,202	Valid
Nomor 11	0,615	0,202	Valid
Nomor 12	0,463	0,202	Valid
Nomor 13	0,580	0,202	Valid
Nomor 14	0,718	0,202	Valid
Nomor 15	0,728	0,202	Valid
Nomor 16	0,695	0,202	Valid
g. Perwujudan Peran Aparat Pengawasan Intern Pemerintah (APIP) yang Efektif			
Nomor 1	0,810	0,202	Valid
Nomor 2	0,548	0,202	Valid
Nomor 3	0,789	0,202	Valid
Nomor 4	0,854	0,202	Valid
Nomor 5	0,741	0,202	Valid
Nomor 6	0,805	0,202	Valid
Nomor 7	0,797	0,202	Valid
Nomor 8	0,787	0,202	Valid
Nomor 9	0,624	0,202	Valid
h. Hubungan Kerja Yang Baik Dengan Instansi Pemerintah Terkait			
Nomor 1	0,640	0,202	Valid
Nomor 2	0,646	0,202	Valid

Sumber: Data Primer yang diolah, 2017

Dari hasil analisis data pada tabel 4.2 terlihat bahwa Sub Unsur mengenai persepsi lingkungan pengendalian yang telah dijawab oleh 93 responden menunjukkan hasil yang valid, nilai *r* hitung masing-masing Sub Unsur lebih besar dari nilai *r* tabel sebesar 0,2017. Jadi, dapat disimpulkan bahwa masing-masing Sub Unsur mengenai perepsi lingkungan pengendalian adalah valid.

**Hasil Uji Reliabilitas Data**

Reliabilitas menunjuk pada satu pengertian bahwa suatu instrument cukup dapat dipercaya untuk digunakan sebagai alat pengumpul data, karena instrument tersebut sudah baik. (Arikunto, 2006:178). Uji reliabilitas digunakan untuk mengetahui konsistensi alat ukur, apakah alat ukur yang digunakan dapat diandalkan dan tetap konsisten jika pengukuran tersebut diulang.

Suatu instrument dapat dikatakan reliable jika pada uji signifikansi, nilai alpha lebih besar dari *r* tabel. Dengan bantuan program SPSS, diperoleh hasil uji reliabilitas sebagai berikut:

**Tabel 4.** Hasil Uji Reliabilitas

Sub Unsur	<i>Cronbach's Alpha</i>	R tabel	Hasil
a. Penegakan Integritas dan Nilai Etika	0,901	0,202	Reliabel
b. Komitmen Terhadap Kompetensi	0,861	0,202	Reliabel
c. Kepemimpinan Yang Kondusif	0,888	0,202	Reliabel
d. Pembentukan Struktur Organisasi yang Sesuai Kebutuhan	0,876	0,202	Reliabel
e. Pendelegasian wewenang dan Tanggung Jawab yang Tepat	0,802	0,202	Reliabel

f. Penyusunan dan Penerapan Kebijakan yang Sehat Tentang Pengelolaan/ Pembinaan Sumber Daya Manusia	0,905	0,202	Reliabel
g. Perwujudan Peran Aparat Pengawasan Intern Pemerintah (APIP) yang Efektif	0,904	0,202	Reliabel
h. Hubungan Kerja Yang Baik Dengan Instansi Pemerintah Terkait	0,721	0,202	Reliabel

Sumber: Data Primer yang diolah, 2017

Hasil analisis data pada tabel 4.3 menunjukkan bahwa nilai *Cronbach's Alpha* untuk masing-masing Sub Unsur dari persepsi tentang lingkungan pengendalian lebih besar dari *r* tabel sebesar 0,2017. Jadi, dapat disimpulkan bahwa semua pernyataan kuesioner mengenai lingkungan pengendalian adalah reliable.

**3. Analisis Deskriptif**

**Statistik Deskriptif Persepsi Pegawai Tentang Unsur Lingkungan Pengendalian di Politeknik Pelayaran Surabaya**

Analisis deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan pengukuran persepsi pegawai tentang lingkungan pengendalian intern di Politeknik Pelayaran Surabaya. Pengukuran persepsi lingkungan pengendalian dilakukan dengan memberikan skor pada jawaban kuesioner yang diisi responden. Ketentuan penilaian sebagai berikut:

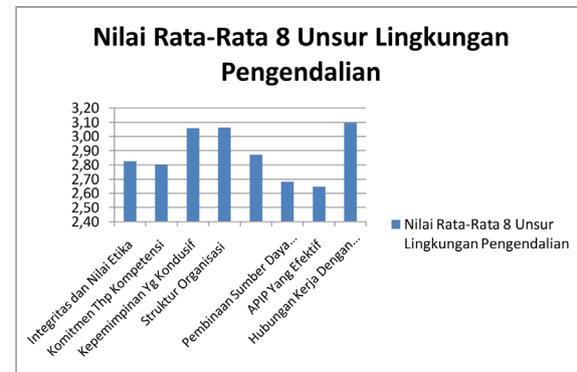
1. Tidak Memadai diberi skor 1
2. Kurang Memadai diberi skor 2
3. Cukup Memadai diberi skor 3
4. Memadai diberi skor 4

Langkah selanjutnya adalah: (1) jawaban kuesioner dari responden direkap, (2) membuat tabulasi data, (3) memasukkan data ke dalam rumus deskriptif, (4) membuat tabel rujukan berdasarkan Peraturan Kepala BPKP No. 500 Tahun 2010 (BPKP, 2010), BPKP membagi zona kondisi lingkungan pengendalian menjadi tiga kategori yaitu, merah, kuning dan hijau dengan batas nilai sebagai berikut:

1. Warna merah : Jika rata-rata skor dari jawaban responden berada pada skor antara 1,00 – 2,20.
2. Warna kuning : Jika rata-rata skor dari jawaban responden berada pada skor antara 2,21 – 3,10.
3. Warna hijau : Jika rata-rata skor dari jawaban responden berada pada skor antara 3,11 – 4,00.

Warna merah dan kuning menunjukkan potensi adanya kelemahan dalam penerapan unsur-unsur lingkungan pengendalian, atas hal tersebut, perlu dilakukan langkah pengumpulan informasi guna mengidentifikasi penyebab atas kelemahan tersebut. Warna hijau menunjukkan adanya persepsi responden bahwa penerapan unsur-unsur lingkungan pengendalian sudah memadai.

Berikut ini adalah hasil statistik deskriptif masing - masing unsur lingkungan pengendalian berupa nilai rata-rata bersama dengan posisi dalam zona kondusif penerapan SPIP tersaji dalam gambar 4.1 dibawah ini:



**Gambar 1.** Nilai Rata – Rata 8 Unsur Lingkungan Pengendalian

Sumber: Data Primer yang diolah, 2017

Dari gambar 4.1 diatas, menunjukkan rata-rata kedelapan unsur lingkungan pengendalian di Politeknik Pelayaran Surabaya berada pada kisaran 2,21 sampai 3,10. Berdasarkan Peraturan Kepala BPKP No. 500 Tahun 2010 (BPKP, 2010) , maka lingkungan pengendalian di Politeknik Pelayaran Surabaya berada di zona kuning. Zona kuning menunjukkan kondisi lingkungan pengendalian di Politeknik Pelayaran Surabaya masih memiliki kelemahan di beberapa segi yang membutuhkan perhatian untuk perbaikan lebih lanjut.

**Tabel 4.** Statistik Deskriptif Persepsi Pegawai Tentang Unsur Lingkungan Pengendalian Intern di Politeknik Pelayaran Surabaya

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
N	93	93	93	93	93	93	93	93
Max.	58	45	28	28	36	59	33	8
Min.	30	14	15	13	14	28	12	4
Range	29	31	13	15	22	31	21	4
Sum	4278	3129	1992	1993	2404	3992	2216	575
Mean	46	33,65	21,42	21,43	25,85	42,92	23,83	6,18
Std. Error Mean	0,783	0,567	0,279	0,265	0,320	0,685	0,440	0,840
Std. Deviasi	7,556	5,465	2,692	2,551	3,086	6,611	4,242	0,807
Variance	57,087	29,862	7,246	6,509	9,521	43,701	17,992	0,651

Sumber: Data Primer yang diolah, 2017

Berdasarkan tabel 4, statistik deskriptif menunjukkan jumlah pegawai yang menjadi responden adalah 93 orang. Persepsi dari 93 pegawai terhadap unsur penegakan integritas dan nilai etika memiliki nilai paling tinggi ( maksimum ) 58 dan nilai paling rendah ( minimum ) 30. Selisih nilai paling tinggi dan paling rendah yaitu 29 ( range ). Jumlah persepsi pegawai terhadap unsur penegakan integritas dan nilai etika 4278 . Untuk nilai rata-ratanya adalah 46, dengan standar error 0,783. Standar deviasi sebesar 7,556 dan variance sebesar 57,087

Statistik deskriptif menunjukkan jumlah pegawai yang menjadi responden adalah 93 orang. Persepsi dari 93 pegawai terhadap unsur komitmen terhadap kompetensi memiliki nilai paling tinggi ( maksimum ) 45 dan nilai paling rendah ( minimum ) 14. Selisih nilai paling tinggi dan paling rendah yaitu 31 ( range ). Jumlah persepsi pegawai terhadap unsur komitmen terhadap kompetensi 3129. Untuk nilai rata-ratanya adalah 33,65 dengan standar error 0,567. Standar deviasi sebesar 5,465 dan variance sebesar 29,862. Persepsi dari 93 pegawai terhadap unsur kepemimpinan yang kondusif memiliki nilai paling tinggi ( maksimum ) 28 dan nilai paling rendah ( minimum ) 15. Selisih nilai paling tinggi dan paling rendah yaitu 13 ( range ). Jumlah persepsi pegawai terhadap unsur kepemimpinan yang kondusif 1992. Untuk nilai rata-ratanya adalah 21,4 dengan standar error 0,2792. Standar deviasi sebesar 2,692 dan variance sebesar 7,246. Persepsi dari 93 pegawai terhadap unsur pembentukan struktur organisasi yang sesuai dengan kebutuhan memiliki nilai paling tinggi ( maksimum ) 28 dan nilai paling rendah ( minimum ) 13. Selisih nilai paling tinggi dan paling rendah yaitu 15 ( range ). Jumlah persepsi pegawai terhadap unsur pembentukan struktur organisasi yang sesuai dengan kebutuhan 1993. Untuk nilai rata-ratanya adalah 21,43, dengan standar error 0,265. Standar deviasi sebesar 2,551 dan

variance sebesar 6,509. Persepsi dari 93 pegawai terhadap unsur pendelegasian wewenang dan tanggung jawab yang tepat memiliki nilai paling tinggi ( maksimum ) 36 dan nilai paling rendah ( minimum ) 14. Selisih nilai paling tinggi dan paling rendah yaitu 22 ( range ). Jumlah persepsi pegawai terhadap unsur pendelegasian wewenang dan tanggung jawab 2404. Untuk nilai rata-ratanya adalah 25,85, dengan standar error 0,320. Standar deviasi sebesar 3,086 dan variance sebesar 9,521. Persepsi dari 93 pegawai terhadap unsur penyusunan dan penerapan kebijakan yang sehat tentang pembinaan sumber daya manusia memiliki nilai paling tinggi ( maksimum ) 59 dan nilai paling rendah ( minimum ) 28. Selisih nilai paling tinggi dan paling rendah yaitu 31 ( range ). Jumlah persepsi pegawai terhadap unsur pembinaan sumber daya manusia 3992. Untuk nilai rata-ratanya adalah 42,92, dengan standar error 0,685. Standar deviasi sebesar 6,611 dan variance sebesar 43,701. Persepsi dari 93 pegawai terhadap unsur perwujudan peran pengawas intern pemerintah yang efektif memiliki nilai paling tinggi ( maksimum ) 33 dan nilai paling rendah ( minimum ) 22. Selisih nilai paling tinggi dan paling rendah yaitu 21 ( range ). Jumlah persepsi pegawai terhadap unsur perwujudan peran pengawas intern pemerintah yang efektif 2216. Untuk nilai rata-ratanya adalah 23,83, dengan standar error 0,440. Standar deviasi sebesar 4,242 dan variance sebesar 17,992. Persepsi dari 93 pegawai terhadap unsur hubungan kerja yang baik dengan instansi pemerintah terkait memiliki nilai paling tinggi ( maksimum ) 8 dan nilai paling rendah ( minimum ) 4. Selisih nilai paling tinggi dan paling rendah yaitu 4 ( range ). Jumlah persepsi pegawai terhadap unsur hubungan kerja yang baik dengan instansi pemerintah terkait 575. Untuk nilai rata-ratanya adalah 6,18 dengan standar error 0,84. Standar deviasi sebesar 0,807 dan variance sebesar 0,651.

### Persepsi Pegawai Terhadap Unsur Penegakan Integritas dan Nilai Etika

**Tabel 5.** Persepsi Pegawai Terhadap Unsur Penegakan Integritas dan Nilai Etika

No	Range	Frekuensi	Presentase	Kriteria
1.	30 – 40	26	28 %	Kurang Memadai
2.	41 – 51	42	45 %	Cukup Memadai
3.	52 – 62	25	27 %	Memadai
Jumlah		93	100%	

Sumber: Data Primer yang diolah, 2017

Berdasarkan tabel 5, diketahui bahwa dari 93 pegawai yang menjadi responden dalam penelitian ini, 42 pegawai ( 45% ) berada pada range 41 – 50 memberikan persepsi cukup memadai terhadap unsur penegakan integritas dan nilai etika. Sedangkan 26 pegawai ( 28 % ) berada pada range 30 – 40 memberikan persepsi kurang memadai. Begitu juga dengan 25 pegawai lainnya ( 27 % ) berada pada range 51 – 60 memberikan persepsi memadai.

### Persepsi Pegawai Terhadap Unsur Komitmen Terhadap Kompetensi

**Tabel 6.** Hasil Persepsi Unsur Komitmen Terhadap Kompetensi

No	Range	Frekuensi	Presentase	Kriteria
1.	14 – 24	7	8 %	Kurang Memadai
2.	25 – 35	53	57 %	Cukup Memadai
3.	36 – 46	33	35 %	Memadai
Jumlah		93	100%	

Sumber: Data Primer yang diolah, 2017

Berdasarkan tabel 6, diketahui bahwa dari 93 pegawai yang menjadi responden dalam penelitian ini, 53 pegawai ( 57% ) berada pada range 25 – 35 memberikan persepsi cukup memadai terhadap unsur Komitmen Ter-

hadap Kompetensi. Sedangkan 7 pegawai ( 8 % ) berada pada range 14 – 24 memberikan persepsi kurang memadai. Begitu juga dengan 33 pegawai lainnya ( 35 % ) berada pada range 36 – 46 memberikan persepsi memadai.

### Persepsi Pegawai Terhadap Unsur Kepemimpinan Yang Kondusif

**Tabel 7.** Hasil Persepsi Unsur Kepemimpinan Yang Kondusif

No	Range	Frekuensi	Presentase	Kriteria
1.	15 – 19	9	10 %	Kurang Memadai
2.	20 – 24	70	75 %	Cukup Memadai
3.	25 – 29	14	15 %	Memadai
Jumlah		93	100%	

Sumber: Data Primer yang diolah, 2017

Berdasarkan tabel 7, diketahui bahwa dari 93 pegawai yang menjadi responden dalam penelitian ini, 70 pegawai ( 75 % ) berada pada range 20 – 24 memberikan persepsi cukup memadai terhadap unsur Unsur Kepemimpinan Yang Kondusif. Sedangkan 9 pegawai ( 10 % ) berada pada range 15 – 19 memberikan persepsi kurang memadai. Begitu juga dengan 14 pegawai lainnya ( 15 % ) berada pada range 25 – 29 memberikan persepsi memadai.

### Persepsi Pegawai Terhadap Unsur Pembentukan Struktur Organisasi Yang Sesuai Dengan Kebutuhan

**Tabel 8.** Hasil Persepsi Unsur Pembentukan Struktur Organisasi Yang Sesuai Dengan Kebutuhan

No	Range	Frekuensi	Presentase	Kriteria
1.	13 – 18	4	4 %	Kurang Memadai
2.	19 – 23	75	80 %	Cukup Memadai
3.	24 – 28	14	16 %	Memadai
Jumlah		93	100%	

Sumber: Data Primer yang diolah, 2017

Berdasarkan tabel 8, diketahui bahwa dari 93 pegawai yang menjadi responden dalam penelitian ini, 75 pegawai ( 80 % ) berada pada range 19 – 23 memberikan persepsi cukup memadai terhadap unsur Pembentukan Struktur Organisasi Yang Sesuai Dengan Kebutuhan. Sedangkan 4 pegawai ( 4 % ) berada pada range 13 – 18 memberikan persepsi kurang memadai. Begitu juga dengan 14 pegawai lainnya ( 16 % ) berada pada range 24 – 28 memberikan persepsi memadai.

**Persepsi Pegawai Terhadap Unsur Pendel-egasian Wewenang Dan Tanggung Jawab Yang Tepat**

**Tabel 9.** Hasil Persepsi Unsur Pendelegasian Wewenang Dan Tanggung Jawab Yang Tepat

No	Range	Frekuensi	Presentase	Kriteria
1.	14 – 21	4	4 %	Kurang Memadai
2.	22 – 29	84	90 %	Cukup Memadai
3.	30 – 37	5	6 %	Memadai
Jumlah		93	100%	

Sumber: Data Primer yang diolah, 2017

Berdasarkan tabel 9, diketahui bahwa dari 93 pegawai yang menjadi responden dalam penelitian ini, 84 pegawai ( 90 % ) berada pada range 22 – 29 memberikan persepsi cukup memadai terhadap unsur Pendelegasian Wewenang Dan Tanggung Jawab Yang Tepat. Sedangkan 4 pegawai ( 4 % ) berada pada range 14 – 21 memberikan persepsi kurang memadai. Begitu juga dengan 5 pegawai lainnya ( 6 % ) berada pada range 30 – 37 memberikan persepsi memadai.

**Persepsi Pegawai Terhadap Unsur Penyusunan Dan Penerapan Kebijakan Yang Sehat Tentang Pembinaan Sumber Daya Manusia**

**Tabel 10.** Hasil Persepsi Unsur Penyusunan Dan Penerapan Kebijakan Yang Sehat Ten-

tang Pembinaan Sumber Daya Manu-  
sia

No	Range	Frekuensi	Presen- tase	Kriteria
1.	28 – 38	30	32 %	Kurang Me- madai
2.	39 – 49	49	53 %	Cukup Me- madai
3.	50 – 60	14	15 %	Memadai
Jumlah		93	100%	

Sumber: Data Primer yang diolah, 2017

Berdasarkan tabel 10, diketahui bahwa dari 93 pegawai yang menjadi responden dalam penelitian ini, 49 pegawai ( 53 % ) berada pada range 39 – 49 memberikan persepsi cukup memadai terhadap unsur Penyusunan Dan Penerapan Kebijakan Yang Sehat Tentang Pembinaan Sumber Daya Manusia. Sedangkan 30 pegawai ( 32 % ) berada pada range 28 – 38 memberikan persepsi kurang memadai. Begitu juga dengan 14 pegawai lainnya ( 15 % ) berada pada range 50 – 60 memberikan persepsi memadai.

**Persepsi Pegawai Terhadap Unsur Perwu-  
judan Peran Pengawas Intern Pemerintah  
Yang Efektif**

**Tabel 11.** Hasil Persepsi Unsur Perwujudan Peran Pengawas Intern Pemerintah Yang Efektif

No	Range	Frekuensi	Presen- tase	Kriteria
1.	12 – 19	21	23 %	Kurang Me- madai
2.	20 – 27	60	65 %	Cukup Me- madai
3.	28 – 35	12	12 %	Memadai
Jumlah		93	100%	

Sumber: Data Primer yang diolah, 2017

Berdasarkan tabel 11, diketahui bahwa dari 93 pegawai yang menjadi responden dalam penelitian ini, 60 pegawai ( 65 % ) berada pada range 20 – 27 memberikan persepsi cukup memadai terhadap unsur Per-

wujudan Peran Pengawas Intern Pemerintah Yang Efektif. Sedangkan 21 pegawai ( 23 % ) berada pada range 12 – 19 memberikan persepsi kurang memadai. Begitu juga dengan 12 pegawai lainnya ( 12 % ) berada pada range 28 – 35 memberikan persepsi memadai.

### **Persepsi Pegawai Terhadap Unsur Hubungan Kerja Yang Baik Dengan Instansi Pemerintah Terkait**

**Tabel 12.** Hasil Persepsi Unsur Hubungan Kerja Yang Baik Dengan Instansi Pemerintah Terkait

No	Range	Frekuensi	Presentase	Kriteria
1.	4 – 5	12	13 %	Kurang Memadai
2.	6 – 7	78	84 %	Cukup Memadai
3.	8 – 9	3	3 %	Memadai
Jumlah		93	100%	

Sumber: Data Primer yang diolah, 2017

Berdasarkan tabel 12, diketahui bahwa dari 93 pegawai yang menjadi responden dalam penelitian ini, 78 pegawai ( 84 % ) berada pada range 6 – 7 memberikan persepsi cukup memadai terhadap unsur Hubungan Kerja Yang Baik Dengan Instansi Pemerintah Terkait. Sedangkan 12 pegawai ( 13 % ) berada pada range 4 – 5 memberikan persepsi kurang memadai. Begitu juga dengan 14 pegawai lainnya ( 3 % ) berada pada range 8 – 9 memberikan persepsi memadai.

## **4. Pembahasan**

### **Persepsi Pegawai Mengenai Lingkungan Pengendalian Intern di Politeknik Pelayaran Surabaya**

Persepsi Pegawai dalam penelitian ini adalah proses pegawai mengolah informasi yang diperoleh melalui penginderaan kemudian pegawai berusaha untuk mengorganisasi, menginterpretasikan dan membuat kesimpulan dari informasi tersebut dimana dalam keseluruhan proses tersebut akan melibatkan kemampuan berpikir, perasaan dan pengalaman-pengalaman dari pegawai. Dalam pene-

litian ini, pegawai akan memberikan persepsi cukup memadai dan memadai apabila pegawai merasa bahwa unsur-unsur dalam lingkungan pengendalian sudah diimplementasikan dengan baik di Politeknik Pelayaran Surabaya. Sebaliknya, pegawai akan memberikan persepsi tidak memadai atau kurang memadai apabila pegawai merasa bahwa unsur-unsur dalam lingkungan pengendalian belum diimplementasikan dengan baik di Politeknik Pelayaran Surabaya.

Lingkungan Pengendalian adalah kondisi yang dibangun dan diciptakan dalam suatu instansi pemerintah yang mempengaruhi efektivitas pengendalian intern (BPKP, 2009). Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 pasal 4 secara lebih lanjut menyebutkan bahwa pimpinan instansi pemerintah wajib menciptakan dan memelihara Lingkungan Pengendalian yang menimbulkan perilaku positif dan kondusif untuk penerapan sistem pengendalian intern dalam lingkungan kerjanya dengan melalui hal-hal sebagai berikut: (1) penegakan integritas dan nilai etika, (2) komitmen terhadap kompetensi, (3) kepemimpinan yang kondusif, (4) pembentukan struktur organisasi yang sesuai dengan kebutuhan, (5) pendelegasian wewenang dan tanggung jawab yang tepat, (6) penyusunan dan penerapan kebijakan yang sehat tentang pembinaan sumber daya manusia, (7) perwujudan peran aparat pengawasan intern pemerintah yang efektif, dan (8) hubungan kerja yang baik dengan instansi pemerintah terkait. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persepsi pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya terhadap implementasi unsur Lingkungan Pengendalian adalah cukup memadai (97%) dan kurang memadai (3%). Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwasanya sebagian besar pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya (97%) merasa bahwa unsur-unsur dalam lingkungan pengendalian sudah diimplementasikan dengan baik di Politeknik Pelayaran Surabaya. Dan 3% pegawai memberikan persepsi kurang

memadai karena merasa bahwa unsur-unsur dalam lingkungan pengendalian belum diimplementasikan dengan baik di Politeknik Pelayaran Surabaya.

Dengan adanya persepsi pegawai yang menyatakan bahwasanya lingkungan pengendalian Politeknik Pelayaran Surabaya cukup memadai, hal ini mengindikasikan bahwa Lingkungan Pengendalian di Politeknik Pelayaran Surabaya telah berjalan kondusif dimana menurut pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya, orang-orang yang bekerja di Politeknik Pelayaran Surabaya telah memiliki kompetensi yang memadai dan memahami tanggung jawab dan batasan kewenangan dalam bekerja serta memiliki kompetensi yang tinggi untuk mematuhi kebijakan dan peraturan yang berlaku dalam lingkungan Politeknik Pelayaran Surabaya. Namun, perlu bagi manajemen Politeknik Pelayaran Surabaya untuk memberikan perhatian terhadap unsur lingkungan pengendalian yang kurang memadai, agar lingkungan pengendalian di Politeknik Pelayaran Surabaya dapat menimbulkan perilaku positif dan kondusif bagi pegawai di lingkungan Politeknik Pelayaran Surabaya.

Persepsi pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya terhadap indikator pertama yaitu penegakan integritas dan nilai etika. Pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya 27% berpersepsi memadai, 45% berpersepsi cukup memadai dan 28% kurang memadai berkaitan dengan penegakan integritas dan nilai etika. Peraturan Pemerintah No. 60 Tahun 2008 Pasal 19 menjelaskan bahwa penegakan integritas dan nilai etika adalah penegakan atas tindakan yang jujur, berani, bijaksana, dan bertanggung jawab. Penegakan integritas dan nilai etika merupakan pondasi dalam sistem pengendalian intern yang efektif. Pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya berpersepsi bahwa penegakan integritas dan nilai etika di Politeknik Pelayaran Surabaya sudah berjalan dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan ad-

anya aturan perilaku yang telah disusun dan diterapkan di Politeknik Pelayaran Surabaya dimana pegawai diharapkan untuk menandatangani komitmen untuk mematuhi aturan tersebut. Selain itu, pimpinan Politeknik Pelayaran Surabaya juga telah menegakkan disiplin yang tinggi terkait dengan kepatuhan pegawai terhadap aturan perilaku yang telah ditetapkan di Politeknik Pelayaran Surabaya. Hal ini sesuai dengan ketentuan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 yang menyatakan bahwa integritas dan nilai etika akan berjalan dengan efektif jika pimpinan instansi sekurang-kurangnya melakukan tindakan sebagai berikut: (1) melakukan penyusunan dan penerapan aturan perilaku di lingkungannya, (2) memberikan keteladanan pelaksanaan aturan perilaku, (3) menegakkan disiplin yang tepat atas penyimpangan terhadap kebijakan, prosedur, dan aturan perilaku, (4) menjelaskan dan mempertanggungjawabkan adanya intervensi atau pengabaian atas sistem pengendalian, dan (5) menghapus kebijakan atau penugasan yang memberikan ruang untuk berperilaku tidak etis. Hanya saja, persepsi pegawai di Politeknik Pelayaran Surabaya terhadap integritas dan nilai etika dinilai kurang memadai dalam 2 hal: (1) pernyataan aturan perilaku yang belum dipahami oleh semua pegawai dan (2) kebijakan organisasi dan aturan perilaku setiap tahun belum sepenuhnya diinformasikan kepada pihak ketiga (masyarakat, rekanan, instansi lainnya).

Indikator kedua dalam penelitian ini adalah komitmen terhadap kompetensi. Pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya 35% berpersepsi memadai, 57% berpersepsi memadai dan 8% kurang memadai memberikan persepsi cukup memadai berkaitan dengan komitmen terhadap kompetensi. BPKP (2009) menyebutkan bahwa komitmen terhadap kompetensi merupakan faktor penting yang harus diperhatikan oleh instansi pemerintah dalam melakukan perekrutan, penempatan, pembinaan dan pelatihan pegawai. Kompetensi

dalam hal ini meliputi tingkat pengetahuan dan keahlian untuk menjamin tercapainya kinerja yang beretika, ekonomis, efisien dan efektif (BPKP, 2009). Pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya berpersepsi bahwa sebagian besar dari individu yang bekerja di Politeknik Pelayaran Surabaya telah memiliki kompetensi yang tinggi dalam bekerja. Hal ini ditunjukkan dengan kenyataan di lapangan bahwa pimpinan Politeknik Pelayaran Surabaya telah merumuskan standar kompetensi bagi pegawai dalam setiap fungsi dan jabatannya. Politeknik Pelayaran Surabaya secara rutin juga telah melaksanakan pelatihan bagi pegawai dengan tujuan untuk meningkatkan kompetensi pegawai dalam bekerja. Di sisi lain, pegawai juga menilai bahwa pimpinan Politeknik Pelayaran Surabaya telah memiliki kemampuan manajerial dan pengalaman teknis yang tinggi dalam mengelola Politeknik Pelayaran Surabaya. Fakta di lapangan tersebut telah sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 yang menyebutkan bahwa dalam memenuhi komitmen terhadap kompetensi, pimpinan instansi pemerintah harus melakukan tindakan sebagai berikut: (1) mengidentifikasi dan menetapkan kegiatan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas dan fungsi pada setiap posisi dalam instansinya, (2) menyusun standar kompetensi untuk setiap tugas dan fungsi pada masing-masing posisi dalam instansinya, (3) menyelenggarakan pendidikan dan pelatihan serta pembimbingan untuk membantu pegawai mempertahankan dan meningkatkan kompetensi pekerjaannya, dan (4) memilih pimpinan instansi yang memiliki kemampuan manajerial dan pengalaman teknis yang luas dalam pengelolaan instansinya.

Indikator ketiga dalam penelitian ini adalah kepemimpinan yang kondusif. Pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya memberikan persepsi 15% memadai, 75% berpersepsi cukup memadai dan 10% kurang memadai berkaitan dengan kepemimpinan yang kon-

duusif. Kepemimpinan yang kondusif menurut BPKP (2009) adalah kemauan dan kepiawaian seorang pemimpin organisasi yang dapat menciptakan suasana atau iklim yang kondusif yang mampu mendorong proses pemotivasian stafnya agar mau bekerja untuk mencapai tujuan organisasi yang telah ditetapkan. Untuk menciptakan kepemimpinan yang kondusif, pimpinan instansi pemerintah dalam Peraturan Pemerintah No. 60 Tahun 2008 harus melakukan tindakan sebagai berikut: (1) mempertimbangkan risiko dalam setiap pengambilan keputusan, (2) menerapkan manajemen berbasis kinerja di instansinya, (3) mendukung fungsi tertentu dalam penerapan sistem pengendalian instansi pemerintah, (4) melindungi aset dan informasi dari akses dan penggunaan yang tidak sah, (5) melakukan interaksi secara intensif dengan pejabat pada tingkatan yang lebih rendah, dan (6) Menanggapi secara positif terhadap pelaporan yang berkaitan dengan keuangan, penganggaran, program dan kegiatan. Kenyataan di Politeknik Pelayaran Surabaya menunjukkan bahwa kepemimpinan yang kondusif telah berhasil diciptakan di Politeknik Pelayaran Surabaya dimana hal ini bisa dilihat dari persepsi pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya yang menyatakan bahwa keputusan yang diambil pimpinan Politeknik Pelayaran Surabaya selalu didasarkan atas pertimbangan risiko yang mengancam pencapaian tujuan Politeknik Pelayaran Surabaya. Pimpinan Politeknik Pelayaran Surabaya juga telah menerapkan interaksi rutin dengan pejabat Politeknik Pelayaran Surabaya yang lebih rendah tingkatannya dengan mengadakan rapat rutin dengan penanggungjawab tingkat unit kerja di bawahnya. Respon pimpinan Politeknik Pelayaran Surabaya terhadap perencanaan anggaran, pelaporan keuangan dan kegiatan juga selalu positif yang ditandai dengan pemberian *feedback* atas setiap laporan yang diterima.

Indikator keempat dalam penelitian ini

adalah pembentukan struktur organisasi yang sesuai dengan kebutuhan. Pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya memberikan persepsi 16% memadai, 80% berpersepsi cukup memadai dan 4% kurang memadai berkaitan dengan pembentukan struktur organisasi yang sesuai dengan kebutuhan. Peraturan Pemerintah No. 60 Tahun 2008 memberikan panduan bahwa pembentukan struktur organisasi didasarkan atas ukuran dan sifat dari kegiatan organisasi, fleksibel terhadap perubahan rencana operasi, dan berpedoman pada peraturan perundang-undangan. Tidak mengherankan apabila pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya memberikan persepsi cukup memadai, dikarenakan di lingkungan Politeknik Pelayaran Surabaya struktur organisasi telah dirancang sesuai dengan kompleksitas dan sifat kegiatannya, Struktur organisasi yang ada telah mempermudah penyampaian informasi risiko ke setiap bagian, Struktur organisasi telah dilengkapi dengan bagan organisasi yang menjelaskan peran dan tanggung jawab masing-masing pegawai dan Uraian tugas untuk masing-masing pejabat kunci/ penting telah ditetapkan dan dimutakhirkan.

Indikator kelima dalam penelitian ini adalah pendelegasian wewenang dan tanggung jawab yang tepat. Pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya memberikan persepsi 6% memadai, 90% berpersepsi cukup memadai dan 4% kurang memadai berkaitan dengan pendelegasian wewenang dan tanggung jawab yang tepat. Peraturan Pemerintah No. 60 Tahun 2008 menjelaskan bahwa pendelegasian wewenang ke tingkat bawah umumnya dilaksanakan dalam rangka efisiensi dan efektivitas kegiatan. Pendelegasian tersebut hendaknya dilaksanakan dengan mempertimbangkan kapasitas staf yang menerima pendelegasian tersebut. Persepsi pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya terhadap implementasi pendelegasian wewenang ternyata sangat tinggi yang dilihat dari persepsi mereka yang memberikan persetujuan bahwa wewenang

dan tanggung jawab pegawai telah ditetapkan secara jelas dan dikomunikasikan kepada pegawai, serta adanya keseimbangan antara pendelegasian wewenang kepada bawahan dengan keterlibatan pimpinan Politeknik Pelayaran Surabaya yang berarti bahwa pimpinan Politeknik Pelayaran Surabaya tidak dengan serta merta melepaskan tanggung jawab terhadap pekerjaan yang menjadi beban pimpinan. Hal ini sesuai dengan PP Nomor 60 tahun 2008 yang menetapkan bahwa pimpinan instansi pemerintah perlu melakukan hal-hal sebagai berikut dalam mendelegasikan wewenang ke bawah: (1) wewenang diberikan kepada pegawai yang tepat sesuai dengan tingkat tanggung jawabnya dalam rangka pencapaian tujuan instansi pemerintah, (2) pegawai yang diberi wewenang harus memahami bahwa wewenang dan tanggung jawab yang diberikan terkait dengan pihak lain dalam instansinya, dan (3) pegawai yang diberi wewenang harus memahami bahwa pelaksanaan wewenang dan tanggung jawab terkait dengan penerapan SPIP.

Indikator keenam dalam penelitian ini adalah penyusunan dan penerapan kebijakan yang sehat tentang pembinaan sumber daya manusia. Pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya memberikan persepsi 15% memadai, 53% berpersepsi cukup memadai dan 32% kurang memadai berkaitan dengan penyusunan dan penerapan kebijakan yang sehat tentang pembinaan sumber daya manusia. BPKP (2009) memberikan panduan bahwa instansi pemerintah perlu membangun kebijakan dan prosedur sumber daya manusia sesuai dengan aturan perilaku dan nilai-nilai etika yang mencakup kebijakan dan prosedur mengenai rekrutmen, pelatihan, promosi, dan kompensasi pegawai. Pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya berpersepsi bahwa kebijakan dan prosedur sumber daya manusia sudah diimplementasikan dengan baik di Politeknik Pelayaran Surabaya. Hal ini dapat dilihat dari telah disusunnya prosedur rekrutmen pegawai di

Politeknik Pelayaran Surabaya yang memuat kriteria pendidikan, pengalaman, prestasi, dan perilaku etis bagi diterimanya seseorang untuk menjadi pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya. Disamping itu, pihak Politeknik Pelayaran Surabaya sendiri selalu melakukan penelusuran untuk memperoleh konfirmasi bahwa ijazah dan sertifikasi yang dimiliki pegawainya adalah asli dan benar. Hal ini sesuai dengan PP Nomor 60 Tahun 2008 yang menetapkan agar pimpinan instansi pemerintah melakukan hal-hal sebagai berikut terkait dengan penyusunan dan penerapan kebijakan tentang pembinaan sumber daya manusia: (1) penetapan kebijakan dan prosedur sejak rekrutmen sampai dengan pemberhentian pegawai, (2) Penelusuran latar belakang calon pegawai dalam proses rekrutmen, dan (3) supervisi yang memadai terhadap pegawai. Namun, berdasarkan persepsi pegawai di Politeknik Pelayaran Surabaya terhadap penyusunan dan penerapan kebijakan yang sehat tentang pembinaan sumber daya manusia, masih ada unsur yang dinilai kurang memadai, yaitu kebijakan dan prosedur pengelolaan SDM yang telah dipahami oleh seluruh pegawai. Menurut persepsi pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya kebijakan dan prosedur pengelolaan SDM tidak semuanya telah dipahami oleh seluruh pegawai.

Indikator ketujuh dalam penelitian ini adalah perwujudan peran aparat pengawasan intern pemerintah yang efektif. Pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya memberikan persepsi 12% memadai, 65% berpersepsi cukup memadai dan 23% kurang memadai berkaitan dengan perwujudan peran aparat pengawasan intern pemerintah yang efektif. BPKP (2009) menjelaskan bahwa peran Aparat Pengawasan Intern Pemerintah (APIP) dapat terwujud jika auditor APIP dapat memberikan keyakinan yang memadai atas penyelenggaraan tugas dan fungsi instansi pemerintah, memberikan peringatan dini dan meningkatkan efektivitas manajemen risiko dalam

penyelenggaraan tugas dan fungsi instansi pemerintah, serta memelihara dan meningkatkan kualitas tata kelola penyelenggaraan tugas dan fungsi instansi pemerintah. Pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya memiliki persepsi tinggi terhadap implementasi dari peran APIP yang ditunjukkan dengan adanya dukungan pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya terhadap keberadaan APIP di Politeknik Pelayaran Surabaya. Sehingga peran APIP dapat berjalan dengan baik, diantaranya (1) APIP telah melakukan reviu atas efisiensi/efektivitas kegiatan secara periodik, (2) APIP telah memberikan peringatan dini kepada pimpinan dalam penyelenggaraan tugas dan fungsi di Politeknik Pelayaran Surabaya, (3) APIP telah berperan dalam fasilitasi penyelenggaraan pengendalian di instansi, (4) APIP telah melakukan pengujian keuangan secara periodik, dan (5) Temuan dan saran/rekomendasi pengawasan APIP telah ditindaklanjuti

Indikator terakhir dalam penelitian ini adalah hubungan kerja yang baik dengan instansi pemerintah terkait. Pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya memberikan persepsi 3% memadai, 84% berpersepsi cukup memadai dan 13% kurang memadai berkaitan dengan hubungan kerja yang baik dengan instansi pemerintah terkait. BPKP (2009) menjelaskan bahwa koordinasi antar instansi pemerintah perlu dilakukan untuk menciptakan keselarasan dan keharmonisan yang terpadu antar instansi pemerintah sehingga tiap instansi mampu memberikan pelayanan terbaik kepada publik. Jika dibandingkan dengan indikator lain, persepsi pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya terhadap implementasi indikator ini ternyata menduduki posisi terendah. Hal ini terutama ditunjukkan dari kenyataan di lapangan bahwa Politeknik Pelayaran Surabaya hanya melaksanakan mekanisme saling uji dengan instansi pemerintah lain hanya pada saat dibutuhkan saja. Hal ini tentu saja tidak sesuai dengan PP Nomor 60 Tahun 2008 yang menetapkan bahwa hubungan kerja yang baik

dengan instansi pemerintah terkait diwujudkan dengan adanya mekanisme saling uji antar instansi pemerintah terkait secara rutin sehingga informasi yang menyangkut pihak lain di luar instansi tersebut dapat diyakini kebenarannya. Oleh karena itu, penting kiranya bagi pimpinan Politeknik Pelayaran Surabaya untuk meningkatkan implementasi hubungan kerja yang baik dengan instansi pemerintah terkait dengan membangun infrastruktur dan internalisasi yang terkait dengan indikator ini. Beberapa cara menurut BPKP (2009) yang bisa dilakukan untuk membangun infrastruktur dan internalisasi hubungan kerja dengan instansi pemerintah lain adalah sebagai berikut:

#### 1. Infrastruktur

- a. Pembuatan kebijakan atas pelaksanaan hubungan kerja yang baik dengan instansi pemerintah terkait.
- b. Penetapan kebijakan tentang aktivitas/kegiatan apa saja yang perlu dikoordinasikan dengan instansi pemerintah terkait.

#### 2. Internalisasi

- a. Melakukan komunikasi atas kebijakan koordinasi yang telah dibuat oleh pimpinan.
- b. Menginformasikan dan mendorong seluruh pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya untuk berkoordinasi dengan instansi lain yang bisa dilakukan dengan mengkomunikasikan bahwa unit yang dipimpinnya seringkali memiliki ketergantungan data dan informasi dengan instansi pemerintah terkait.
- c. Menginformasikan dan mendorong seluruh pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya untuk mengidentifikasi jenis kegiatan yang memerlukan koordinasi dengan instansi lainnya.
- d. Mendorong jajaran pimpinan dan seluruh pegawai untuk melakukan koordinasi dengan cara membuat jadwal kegiatan dan pengorganisasian dengan

instansi pemerintah lainnya sehubungan dengan koordinasi yang akan dilakukan.

- e. Membentuk organisasi yang akan menjadi pelaksana koordinasi dengan pihak instansi pemerintah lain.

## PENUTUP

### 1. Kesimpulan

Persepsi pegawai mengenai lingkungan pengendalian intern di Politeknik Pelayaran Surabaya ialah sebagai berikut:

1. Pegawai memiliki persepsi cukup memadai terhadap implementasi unsur penegakan integritas dan nilai etika di Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Pegawai memiliki persepsi cukup memadai terhadap implementasi unsur komitmen terhadap kompetensi di Politeknik Pelayaran Surabaya.
3. Pegawai memiliki persepsi cukup memadai terhadap implementasi unsur kepemimpinan yang kondusif di Politeknik Pelayaran Surabaya.
4. Pegawai memiliki persepsi cukup memadai terhadap implementasi unsur pembentukan struktur organisasi yang sesuai dengan kebutuhan di Politeknik Pelayaran Surabaya.
5. Pegawai memiliki persepsi cukup memadai terhadap implementasi unsur delegasian wewenang dan tanggung jawab yang tepat di Politeknik Pelayaran Surabaya.
6. Pegawai memiliki persepsi cukup memadai terhadap implementasi unsur penyusunan dan penerapan kebijakan yang sehat tentang pembinaan sumber daya manusia di Politeknik Pelayaran Surabaya.
7. Pegawai memiliki persepsi cukup memadai terhadap implementasi unsur perwujudan peran pengawas intern pemerintah yang efektif di Politeknik Pelayaran Surabaya.

8. Pegawai memiliki persepsi cukup memadai terhadap implementasi unsur hubungan kerja yang baik dengan instansi pemerintah terkait di Politeknik Pelayaran Surabaya.

## 2. Saran

Berdasarkan persepsi pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya mengenai lingkungan pengendalian intern yang masih memiliki kelemahan di beberapa segi, maka dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Pimpinan hendaknya secara kontinu melakukan evaluasi terkait lingkungan pengendalian internal, agar unsur lingkungan pengendalian yang sudah baik dapat dipertahankan atau bahkan ditingkatkan, dan kelemahan unsur lingkungan pengendalian dapat diperbaiki. Dikarenakan lingkungan pengendalian internal merupakan unsur penting yang dapat membentuk budaya dan perilaku manusia. Unsur manusia merupakan penggerak dan menjadi landasan dalam segala aktivitas.
2. Pimpinan dan seluruh pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya wajib menciptakan dan memelihara lingkungan pengendalian yang sudah baik, agar dapat menimbulkan perilaku positif dan kondusif untuk penerapan Sistem Pengendalian Intern dalam lingkungan Politeknik Pelayaran Surabaya.
3. Berdasarkan persepsi pegawai, diketahui bahwasanya kelemahan lingkungan pengendalian intern di Politeknik Pelayaran Surabaya yang perlu mendapatkan perhatian pimpinan ialah dari sisi unsur Pengawasan integritas dan nilai etika, pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya berpersepsi bahwa bahwa pernyataan aturan perilaku belum dipahami oleh semua pegawai. Untuk mengatasi ini, disarankan kepada pimpinan Politeknik Pelayaran Surabaya untuk:
  - a. Melakukan sosialisasi kepada seluruh pegawai sehingga mereka mampu un-

tuk menerapkan nilai-nilai etika tersebut dalam situasi yang nyata dalam sehari – hari. Sosialisasi bisa dalam bentuk rapat umum, training, lokakarya atau bentuk sosialisasi lainnya untuk menumbuhkan pemahaman dan memberikan alasan moral agar terjadi internalisasi nilai-nilai.

- b. Pimpinan terus menerus mensosialisasikan dan mempraktekan perilaku beretika, antara lain dengan menciptakan lingkungan kerja yang mendukung penguatan etika dan integritas, menerapkan sistem assessment kerja yang efektif, dan memberikan reward untuk perilaku etika yang terpuji. Lingkungan kerja tersebut akan berdampak secara langsung pada penerapan etika dalam lingkungan kerja sehari – hari. Dalam hal ini pimpinan memegang peran sentral sebagai sumber keteladanan bagi pegawai di lingkungan Politeknik Pelayaran Surabaya.
- c. Mendokumentasikan dan mengarsipkan data mengenai aturan perilaku pegawai, sehingga apabila ada pegawai yang masih belum paham mengenai aturan perilaku tidak bingung untuk mendapatkan informasinya.
- d. Memasang poster mengenai aturan perilaku pegawai di lokasi - lokasi strategis di lingkungan Politeknik Pelayaran Surabaya yang memudahkan pegawai untuk melihat dan membaca aturan perilaku yang ada.

Selain pernyataan aturan perilaku yang belum dipahami oleh semua pegawai, kebijakan organisasi dan aturan perilaku setiap tahun belum diinformasikan kepada pihak ketiga (masyarakat, rekanan, instansi lainnya). Untuk mengatasi ini, disarankan kepada pimpinan Politeknik Pelayaran Surabaya untuk:

- a. Melakukan internalisasi kepada pihak ketiga (masyarakat, rekanan, instansi

- lainnya) berupa sosialisasi, yang dapat dilakukan dengan mencantumkan aturan perilaku pegawai melalui website Politeknik Pelayaran Surabaya.
- b. Membuat mekanisme konsultasi internal untuk membantu pihak ketiga dalam mengemukakan pendapat dan memecahkan ketegangan yang disebabkan oleh masalah etika.
4. Berdasarkan persepsi pegawai, diketahui bahwasanya kelemahan lingkungan pengendalian intern di Politeknik Pelayaran Surabaya yang perlu mendapatkan perhatian pimpinan ialah selain dari sisi unsur penegakan integritas dan nilai etika juga penyusunan dan penerapan kebijakan yang sehat tentang pembinaan sumber daya manusia, pegawai Politeknik Pelayaran Surabaya berpersepsi bahwa kebijakan dan prosedur pengelolaan SDM belum dipahami oleh seluruh pegawai. Untuk mengatasi ini, disarankan kepada pimpinan Politeknik Pelayaran Surabaya untuk:
- a. Melakukan sosialisasi kepada seluruh pegawai. Sosialisasi bisa dalam bentuk rapat umum, training, lokakarya atau bentuk sosialisasi lainnya berkenaan dengan kebijakan dan prosedur pengelolaan SDM.
  - b. Mendokumentasikan dan mengarsipkan data mengenai kebijakan dan prosedur pengelolaan SDM, sehingga apabila ada pegawai yang masih belum paham mengenai aturan perilaku tidak bingung untuk mendapatkan informasinya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, Wiwik. 2010. Pengaruh Kapasitas Sumber Daya Manusia dan Pemanfaatan Teknologi Informasi Terhadap Keterandalan dan Ketepatan Waktu Laporan Keuangan Pemerintah Daerah (studi pada Pemerintah Daerah Kab. Pesisir Selatan). *Jurnal Akuntansi & Manajemen* Vol 5 No. 1 Juni 2010 ISSN 1858-3687 hal 68-90.
- Ariesta, Fadila. 2013. Pengaruh Kualitas Sumber Daya Manusia, Pemanfaatan Teknologi Informasi, dan Pengendalian Intern Akuntansi Terhadap Nilai Informasi Pelaporan Keuangan Pemerintah Daerah (Studi Pada Satuan Kerja Perangkat Daerah di Kabupaten Pasaman Barat). Fakultas Ekonomi. Universitas Negeri Padang. Padang.
- Armando, Gerry. 2013. Pengaruh Sistem Pengendalian Intern Pemerintah dan Pengawasan Keuangan Daerah Terhadap Nilai Informasi Laporan Keuangan Pemerintah (Studi Empiris Pada Satuan Kerja Perangkat Daerah Di Kota Bukittinggi). Fakultas Ekonomi. Universitas Negeri Padang. Padang.
- Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan. 2010. *Lingkungan Pengendalian*. Jakarta: Pusat Pendidikan dan Pelatihan Pengawasan.
- Darwanis & Desi Dwi Mahyani. 2009. Pengaruh kapasitas sumber daya manusia, pemanfaatan teknologi informasi dan pengendalian intern akuntansi terhadap keterandalan pelaporan keuangan pemerintah daerah. *Jurnal Telaah & Riset Akuntansi*. Vol.2. No. 2 Hal. 133-151.
- Delanno, Galuh Fajar & Deviani. 2013. Pengaruh Kapasitas SDM, Pemanfaatan TI dan Pengawasan Keuangan Terhadap Nilai Informasi Pelaporan Keuangan Pemerintah Daerah. *Jurnal WRA*, Vol. 1, No. 1 April 2013.
- Ghozali, Imam. 2011. Aplikasi Analisis Multivariat Dengan Program SPSS. Badan Penerbitan Universitas Diponegoro: Semarang.
- Indriantoro, Nur & Bambang Supomo. 2002. *Metodologi Penelitian Bisnis : Untuk*

- Akuntansi & Manajemen. Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta.
- Indriasari, Desi & Ertambang Nahartyo. 2008. Pengaruh kapasitas sumberdaya Manusia, Pemanfaatan Teknologi Informasi, Dan Pengendalian Intern Akuntansi Terhadap Nilai Informasi Pelaporan Keuangan Pemerintah Daerah (Studi Pada Pemerintah Kota Palembang dan Kabupaten Ogan Ilir). SNA. Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
- Kawedar, Warsito dkk. 2008. Akuntansi Sektor Publik (Pendekatan Penganggaran Daerah dan Akuntansi Keuangan Daerah). Semarang: CV.Widya Karya.
- Krismiaji. 2005. Sistem Informasi Akuntansi. Yogyakarta : AMP YKPN.
- Mahmudi. 2010. Analisis Laporan Keuangan Pemerintah Daerah: Panduan Bagi Eksekutif, DPRD, dan Masyarakat Dalam Pengambilan Keputusan Ekonomi, Sosial dan Politik, Yogyakarta : Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen YKPN. Marini, Helti. 2013.
- Mulyadi. 2010. Sistem Akuntansi. Jakarta : Salemba Empat.
- Nordiawan, Deddi dkk. 2009. Akuntansi Pemerintahan. Jakarta : Salemba Empat.
- Notoatmodjo, Soekidjo. 2009. Pengembangan Sumber Daya Manusia. Jakarta: Rineka Cipta. Republik Indonesia. 2005.
- Peraturan Pemerintah No. 60 Tahun 2008 tentang Sistem Pengendalian Intern Pemerintah. \_\_\_\_\_. 2010.
- Peraturan Pemerintah No. 71 Tahun 2010 tentang Standar Akuntansi Pemerintah. \_\_\_\_\_. 2003
- Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2003 tentang Keuangan Negara. \_\_\_\_\_. 2004.
- Sugiyono. 2010. Metode Penelitian Bisnis (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D). Bandung : ALFABETA.
- Yudianta, I Gede Agus & Erawati, Ni Made Adi. 2012. Pengaruh Sumber Daya Manusia, Teknologi Informasi dan Pengendalian Intern Terhadap Kualitas Laporan Keuangan. Fakultas Ekonomi. Universitas Udayana. Bali.

## PENGARUH PENGGUNAAN SIMULASI MAIN ENGINE BERBASIS FLASH TERHADAP KEMAMPUAN TARUNA POLTEKPEL SURABAYA

Oleh:  
**Ari Yudha Lusiandri<sup>1</sup>, Mas Zaenal Rakhman<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknika, Politeknik Pelayaran Surabaya

<sup>2</sup>Politeknik Pelayaran Surabaya

*E-mail: ariyudha@poltekel-sby.ac.id.*

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengetahui penggunaan simulasi mesin penggerak utama berbasis Flash berpengaruh positif terhadap kemampuan taruna Politeknik Pelayaran Surabaya dan (2) mendapatkan perbedaan kemampuan taruna antara kelas yang menggunakan simulator berbasis Flash dengan kelas yang menggunakan *real engine simulator*, dan kelas yang menggunakan metode ceramah

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif untuk mendeskripsikan pengaruh penggunaan media berbasis flash dengan penggunaan engine simulator dalam mata kuliah mesin penggerak utama. Dalam hal ini yang diukur adalah kemampuan taruna untuk memahami system kerja dari mesin penggerak utama menggunakan media flash dibandingkan dengan kemampuan taruna dalam memahami mesin penggerak utama menggunakan engine simulator.. Teknik Pengumpulan data (a). Angket kognitif, angket ini menggunakan sebuah angket yang berisi pertanyaan-pertanyaan yang terkait dengan pengoperasian mesin penggerak utama. Angket ini berbentuk pertanyaan objektif terdiri atas 15 soal dengan 5 pilihan jawaban untuk setiap soal. Angket ini ditujukan pada taruna sebagai penilaian setelah pembelajaran. (b) Angket afektif, angket ini menggunakan pertanyaan terstruktur yang ditujukan kepada taruna ketika melakukan tes unjuk kerja dalam mengoperasikan mesin penggerak utama. Penilaian ini dimulai dari awal kali atau persiapan memulai praktikum hingga akhir praktikum berupa kesimpulan yang taruna dapatkan setelah melalui proses pembelajaran. Bentuk penilaian angket ini berupa skor terendah hingga skor tertinggi dengan rentang 1 sampai dengan 5. (c) Angket Psikomotorik angket ini berupa penilaian unjuk kerja dari peneliti terhadap kemampuan taruna dari sisi psikomotorik. Penilaian ini dilakukan secara obyektif terhadap kemampuan taruna dalam mengoperasikan mesin penggerak utama.

Berdasarkan penelitian dan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan (1) penggunaan simulasi mesin penggerak utama berbasis Flash berpengaruh positif terhadap kemampuan taruna Politeknik Pelayaran Surabaya. Hipotesis tersebut didukung dengan adanya data hasil uji kemampuan kognisi yang didapatkan dari post tes, dimana nilai rata-rata kelas eksperimen sebesar 80,7. (2) ada perbedaan kemampuan antara kelas yang menggunakan simulator Flash dengan kelas yang menggunakan *real engine simulator*, dan kelas yang menggunakan metode ceramah". Hal ini dibuktikan dengan uji t atau uji beda dari hasil post tes kemampuan kognisi taruna di masing-masing kelas. Berdasarkan nilai uji t, didapatkan sig 0,00 pada masing-masing kelas,

**Kata kunci :** *Mesin penggerak utama, simulator berbasis flash.*

## PENDAHULUAN

Penanaman konsep mengenai *main engine* atau mesin penggerak utama memiliki banyak variasi yang dapat dilakukan terhadap taruna, dimulai dari ruang kelas hingga *workshop/simulator* untuk belajar secara riil di lapangan dengan menggunakan mesin penggerak utama. Tujuan akhir dalam pembelajaran mesin penggerak utama adalah taruna mampu mempersiapkan pengoperasian motor diesel dan mengoperasikan mesin diesel dengan benar. Sehingga konsep mengenai mesin diesel mulai dari konstruksi dan bagian mesin, sistem pembilasan, gas buang sistem pelumasan, sistem pendinginan, sistem penjalanan motor serta perhitungan sederhana harus mereka kuasai.

Kelemahan pembelajaran di kelas dapat ditemui ketika taruna masih belum dapat mengerti bagian-bagian mesin, fungsi dan kegunaannya, sehingga menjadi hambatan tersendiri dalam pembelajaran mesin diesel di *workshop dan simulator*. Dengan jumlah mesin yang sedikit mengakibatkan pembelajaran kurang maksimal, karena tidak semua taruna mampu merasakan pembelajaran langsung untuk memahami sistem-sistem yang ada dalam mesin diesel tersebut. Idealnya sebelum taruna melakukan praktek, mereka harus memahami terlebih dahulu teori-teori mesin diesel, sistem kerja dari buku diktat mata kuliah yang ada. Akan tetapi belajar dengan bersumber buku diktat masih juga belum dapat maksimal karena masih ada kesenjangan antara mesin diesel yang ada dalam *workshop/simulator* dengan materi yang ada dalam buku, walaupun secara garis besar adalah sama. Karena mesin yang ada di *workshop/simulator* lebih kompleks banyak bagian mesin yang memerlukan penjelasan lebih lanjut dan tidak didapatkan dari buku diktat yang ada, baik dari jalur pipa, indikator, dan sebagainya.

Untuk mengurangi kesenjangan pemahaman taruna terhadap mesin diesel, maka di-

perlukan sebuah terobosan baru berupa media pembelajaran yang mampu membantu taruna dalam memahami sistem mesin diesel. Sesuai dengan jurnal oleh Bisono Indra Cahya Universitas Negeri Yogyakarta dengan judul “Penggunaan aplikasi multimedia pembelajaran topologi jaringan computer berbasis macromedia flash untuk meningkatkan hasil belajar mata pelajaran TIK siswa kelas XI SMAN I Godean, dengan hasil penelitian Hasil Belajar Siswa Setelah Penggunaan Aplikasi Multimedia Pembelajaran Topologi Jaringan Komputer Berbasis Macromedia Flash Mengalami peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil belajar siswa yang tanpa menggunakan aplikasi multimedia pembelajaran berbasis macromedia Flash.

Adapun penelitian ini diharapkan memberikan jalan keluar untuk mengatasi kesenjangan tersebut, yaitu dengan pengembangan media interaktif berbasis *Flash* berupa simulasi *main engine* atau mesin penggerak utama untuk meningkatkan kemampuan taruna dalam mengoperasikan mesin penggerak utama.

Setelah dikembangkan simulasi mesin penggerak utama, diharapkan dapat mengetahui sejauh mana pengaruh penggunaan simulasi mesin penggerak utama terhadap kemampuan taruna Politeknik Pelayaran Surabaya.

## KAJIAN PUSTAKA

### 1. Simulasi Dan Media Pembelajaran Interaktif

Menurut Adam (2012: 21) Simulasi merupakan metode pelatihan yang memperagakan sesuatu dibentuk dengan tiruan yang mirip dengan keadaan aslinya. Sedangkan menurut Jonassen (2005: 9) Simulasi merupakan penggambaran suatu sistem atau proses dengan peragaan sehingga dapat menirukan sesuatu yang besar menjadi lebih kecil atau sederhana. Dari kedua pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwasanya simulasi merupakan sebuah bentuk atau model tiruan

yang dibuat untuk mendekati keadaan sebenarnya.

Dalam pengembangan simulasi, Jonassen (2005: 19) mengemukakan ada tiga pertanyaan mengapa (*why*), apa (*what*) dan bagaimana (*how*) membuat simulasi sehingga terbentuk pengetahuan konseptual, untuk menjawab pertanyaan tersebut pengajar harus 1) memberikan gambaran singkat kepada pengguna sebagai edukasi awal sebelum masuk pada penyajian model/simulasi/ animasi yang diberikan. 2) Menjelaskan fenomena apa saja yang dapat dibuat pada modeling/ simulasi. Pada posisi ini pengguna akan mengetahui bagaimana pengguna dan media interaktif ini ditampilkan dengan cara yang berbeda. 3) Apa saja peralatan (*tools*) yang disajikan pada media interaktif, dan deskripsi apa saja yang harus diberikan bagi pengguna yang baru. Dengan ketiga hal tersebut setiap harus dikelompokkan peralatan (*tools*) yang akan digunakan untuk membentuk sebuah cerita atau pengalaman yang dimodelkan, dan harus ditegaskan apa saja kaitan antar *tools* yang ada. Pada bagian akhir adalah penilaian (*assesment*) adalah bagian yang terintegrasi dan harus disajikan pada setiap proses atau materi.

Dalam penjelasannya mengenai pengembangan program simulasi, Sadiman (2012: 99) mengemukakan bahwa untuk membuat program simulasi untuk pembelajaran maka harus dilakukan dengan persiapan dan perencanaan yang teliti. Dalam membuat perencanaan terdapat beberapa pertanyaan yang perlu dijawab. Pertama, mengapa membuat program simulasi itu. Program simulasi itu dibuat sesuai dengan proses belajar mengajar tertentu untuk mencapai tertentu pula. Untuk siapa program simulasi itu dibuat. Jika sudah didapatkan siapa yang akan menjadi sasaran dari program simulasi yang dibuat, masih perlu dipertanyakan bagaimana karakteristik program simulasi itu. Kebutuhan program simulasi itu untuk peserta didik. Perubahan

tingkah laku apa yang diharapkan akan terjadi bila selesai belajar menggunakan simulasi yang dibuat. Sebaliknya bila peserta didik tidak menggunakan simulasi yang dibuat itu apakah peserta didik akan mengalami kerugian tertentu secara intelektual. Apa materi yang perlu disajikan melalui media itu supaya pada diri peserta didik terjadi perubahan tingkah laku sesuai dengan harapan. Bagaimana urutan materi itu harus disajikan. Bila pertanyaan-pertanyaan di atas disusun secara lebih sistematis maka urutan dalam mengembangkan program simulasi itu dapat diutarakan sebagai berikut:

Media pembelajaran interaktif menurut Matz (2004:5) merupakan sumber pembelajaran multimedia yang dapat dijadikan alat pembelajaran sangat efektif karena kemampuannya yang unik untuk menyajikan konsep yang tampaknya abstrak dan disajikan dalam bentuk yang dinamis dan visual. Dengan media pembelajaran interaktif, siswa diberi kesempatan untuk mengeksplorasi, berinteraksi dengan media tersebut, dan sesuai dengan kebutuhan pendidikan mereka sendiri. Media pembelajaran interaktif, sebagaimana yang dikemukakan Adam, Ried, McKeagan (2012: 12) kebanyakan media interaktif digunakan pada konteks lingkungan pendidikan, dimana guru memberikan bangunan dan tujuan simulasi. Penggunaan simulasi membuat siswa dapat mengetahui, mengamati dan berinteraksi dengan animasi yang disajikan untuk membentuk pengetahuan baru dan dapat memancing siswa untuk bertanya terhadap pesan yang diberikan. Kedua pendapat di atas mensyaratkan beberapa hal yang dapat dikatakan sebagai media pembelajaran interaktif, yaitu dalam hal penyajian cenderung menggunakan aspek visual dan harus ada interaksi antara pembelajar dengan media yang digunakan, sehingga peserta dapat aktif dalam proses pembelajaran.

Dari penjabaran di atas, didapatkan hubungan antara simulasi dengan media in-

teraktif, dimana simulasi adalah bagian dari media interaktif, akan tetapi terdapat perbedaan yang mendasar, yaitu simulasi tidak harus disajikan secara interaktif antara media (simulasi) dengan taruna, karena simulasi merupakan sebuah media yang digunakan sebagai tiruan dari benda aslinya. Walaupun kenyataannya simulasi yang dibuat dalam penelitian ini dapat digunakan secara interaktif.

## 2. Tujuan Pembuatan Simulasi

Tujuan pembuatan simulasi sebagai media pembelajaran untuk membantu taruna dalam memahami mesin penggerak utama, adapun tujuan media pembelajaran adalah untuk meningkatkan pembelajaran, hal ini senada dengan Carr (2007: 15), yaitu selain meningkatkan pembelajaran, juga mengurangi hambatan dalam belajar, sebagaimana berikut. Carr (2007: 34) berpendapat kemajuan teknologi sangat pesat dan penting digunakan dalam pendidikan, kurikulum yang terintegrasi dengan informasi dan komunikasi dan diterapkan dalam proses belajar mengajar, memungkinkan peserta didik dalam menggunakan teknologi modern untuk meningkatkan pembelajaran dalam setiap mata pelajaran. pengalaman menggunakan media simulasi dengan teknologi dan inovasi yang dimilikinya memungkinkan tercapainya tujuan pembelajaran dalam menggunakannya. Tujuan dalam penggunaan media adalah memudahkan pembelajar, mengurangi hambatan belajar, dan media memiliki kemampuan dalam menggunakan/mengulang kembali materi yang disampaikan sebelumnya sehingga dapat membantu pembelajar dalam memberikan materi sesuai dengan kebutuhan pembelajar.

Menurut Sadiman (2012 :18) tujuan penggunaan media pembelajaran adalah sebagai berikut :

- 1) Memperjelas penyajian pesan agar tidak terlalu bersifat verbalistis (dalam bentuk kata-kata tertulis atau lisan belaka).
- 2) Mengatasi keterbatasan ruang, waktu dan

daya indera, seperti misalnya: (a) objek yang terlalu besar dapat digantikan dengan realita, gambar, film bingkai, film, atau model. (b) objek yang kecil-dibantu dengan proyektor mikro, film bingkai, film, atau gambar. (c) gerak yang terlalu lambat atau terlalu cepat, dapat dibantu dengan *time lapse* (d) kejadian atau peristiwa yang terjadi di masa lalu bisa ditampilkan lagi lewat rekaman film, video, film bingkai, foto maupun secara verbal. (e) objek yang terlalu kompleks (misalnya mesin-mesin) dapat disajikan dengan model, diagram, dan lain-lain, (f) konsep yang terlalu luas (gunung berapi, gempa bumi, iklim, dan lain-lain) dapat divisualkan dalam bentuk film, film bingkai, gambar, dan lain-lain. (g) penggunaan media pembelajaran secara tepat dan bervariasi dapat mengatasi sikap pasif peserta didik. Dalam hal ini media pembelajaran berguna untuk menimbulkan kegairahan belajar.

- 3) Memungkinkan interaksi yang lebih langsung antara peserta didik dengan lingkungan.
- 4) Memungkinkan peserta didik untuk belajar secara mandiri.

Secara garis besar pendapat di atas dapat dirangkum bahwasanya media pembelajaran bertujuan untuk meningkatkan proses pembelajaran, dengan mengurangi bahkan menghilangkan hambatan yang biasa ditemui dalam pembelajaran klasik. Selain itu tujuan media pembelajaran adalah dapat membantu dalam memberi gambaran melalui visual terhadap obyek yang tidak bisa secara langsung ditemui peserta didik, serta dengan adanya media pembelajaran tersebut peserta didik dapat belajar dengan mandiri.

## 3. Tahap Pembuatan Simulasi

Dalam penjelasannya mengenai pengembangan media pembelajaran, Sadiman (2012:99) mengemukakan bahwa untuk membuat program media pembelajaran maka

harus dilakukan dengan persiapan dan perencanaan yang teliti. Dalam membuat perencanaan terdapat beberapa pertanyaan yang perlu dijawab. Pertama, mengapa membuat program media itu. Program media itu dibuat sesuai dengan proses belajar mengajar tertentu untuk mencapai tertentu pula. Siapa program media itu dibuat. Jika sudah didapatkan siapa yang akan menjadi sasaran dari program media yang dibuat, masih perlu dipertanyakan bagaimana karakteristik program media itu. Kebutuhan program media itu untuk peserta didik. Perubahan tingkah laku apa yang diharapkan akan terjadi bila selesai belajar menggunakan media yang dibuat. Sebaliknya bila peserta didik tidak menggunakan media yang dibuat itu apakah peserta didik akan mengalami kerugian tertentu secara intelektual. Apa materi yang perlu disajikan melalui media itu supaya pada diri peserta didik terjadi perubahan tingkah laku sesuai dengan harapan. Bagaimana urutan materi itu harus disajikan. Bila pertanyaan-pertanyaan di atas disusun secara lebih sistematis maka urutan dalam mengembangkan program media itu dapat diutarakan sebagai berikut:

- 1) Menganalisis kebutuhan dan karakteristik peserta didik; Dalam proses belajar mengajar yang dimaksud dengan kebutuhan adalah kesenjangan antara kemampuan, keterampilan, dan sikap peserta didik yang diinginkan dengan kemampuan, keterampilan, dan sikap peserta didik yang mereka miliki sekarang. Bila yang diinginkan, misalnya, peserta didik dapat menguasai 120 kosa kata bahasa Inggris dalam pengoperasian mesin penggerak utama, sedangkan yang diketahui rata-rata hanya 20 kosa kata, maka kebutuhan pembelajarannya adalah penguasaan 100 kosa kata dalam pengoperasian mesin penggerak utama.

Bila yang diinginkan ialah peserta didik dapat lima tahap perawatan permesinan pada mesin penggerak utama, sedang-

kan pada saat ini mereka baru dapat dua tahap saja, kebutuhan pembelajaran itu ialah tiga tahap perawatan permesinan pada mesin penggerak utama. Jelas sekali masih terdapat kesenjangan antara apa yang diinginkan dengan kenyataan yang ada saat ini. Dari kesenjangan itu dapat diketahui apa yang diperlukan atau dibutuhkan peserta didik. Kebutuhan dapat juga dilihat dari tuntutan kurikulum, peserta didik semester II pada akhir tahun ajaran dituntut untuk memiliki sejumlah kemampuan, dan sikap yang telah dirumuskan dalam kurikulum. Pada awal tahun ajaran tentu terdapat kesenjangan yang sangat besar antara apa yang dituntut oleh kurikulum itu dengan apa yang telah dimiliki peserta didik. Kesenjangan itulah yang merupakan kebutuhan peserta didik yang merupakan acuan bagi dosen dalam menyusun bahan ajaran yang perlu diberikan kepada peserta didik.

Setelah telah menemukan siapa peserta didik yang menjadi sasaran program media yang sedang disusun, maka pembuat media pembelajaran harus mengetahui karakteristik apa yang dimiliki oleh peserta didik itu. Sebagai perancang program media harus dapat mengetahui pengetahuan atau keterampilan awal peserta didik. Yang dimaksud dengan pengetahuan/keterampilan yang telah dimiliki peserta didik adalah kondisi sebelum ia mengikuti kegiatan instruksional. Suatu program media akan dianggap terlalu mudah bagi peserta didik bila peserta didik tersebut telah memiliki sebagian besar pengetahuan/keterampilan yang disajikan oleh program media itu. Sebaliknya program akan diajarkan terlalu sulit bagi peserta didik bila peserta didik belum memiliki pengetahuan/keterampilan prasyarat yang diperlukan peserta didik sebelum menggunakan program media itu.

Pengetahuan prasyarat ialah penge-

tahuan/keterampilan yang harus/telah dimiliki peserta didik sebelum menggunakan media itu. Misalnya, seorang peserta didik yang ingin belajar mesin penggerak utama menggunakan media pembelajaran, maka ia harus memiliki dasar-dasar pengetahuan permesinan. Bila syarat tersebut belum dimilikinya, program tersebut akan terlalu sukar baginya. Peserta didik akan menemui kesulitan mempelajari mesin penggerak utama.

- 2) Merumuskan tujuan instruksional (*instructional objective*) dengan operasional dan khas.

Tujuan merupakan sesuatu yang sangat penting dalam pembuatan media pembelajaran. Tujuan dapat memberi arah tindakan yang akan dilakukan. Tujuan ini juga dapat dijadikan acuan ketika mengukur apakah tindakan yang dilakukan betul atau salah, ataukah tindakan tersebut berhasil atau gagal. Dalam proses belajar mengajar, tujuan instruksional merupakan faktor yang sangat penting. Tujuan dapat memberi arah ke mana peserta didik akan pergi, bagaimana ia harus pergi ke sana, dan bagaimana ia tahu bahwa telah sampai ke tempat tujuan. Tujuan ini merupakan pernyataan yang menunjukkan perilaku yang harus dapat dilakukan peserta didik setelah ia mengikuti proses instruksional tertentu. Contoh, peserta didik diberikan gambar berbagai tahapan tindakan perawatan permesinan, peserta didik dapat melakukan tahapan tindakan perawatan permesinan tanpa berbuat kesalahan. Dengan tujuan seperti itu, baik dosen maupun peserta didik dapat mengetahui dengan pasti perilaku apa yang harus dapat dilakukan peserta didik setelah proses instruksional selesai. Peserta didik dapat melakukan tahapan tindakan perawatan permesinan. Dengan tujuan yang jelas seperti itu dosen dapat menentukan materi pelajaran yang sesuai untuk dipe-

lajari peserta didik supaya tujuan tercapai. Dengan tujuan itu pula dosen dapat menentukan alat pengukur yang tepat untuk menilai apakah peserta didik telah berhasil mencapai tujuan atau belum.

Untuk dapat merumuskan tujuan instruksional dengan baik ada beberapa ketentuan yang perlu diingat.

- (a). Tujuan instruksional harus berorientasi kepada peserta didik bukan berorientasi kepada dosen. Hal yang perlu dinyatakan dalam tujuan harus perilaku yang dapat dilakukan atau yang diharapkan dapat dilakukan peserta didik setelah proses instruksional selesai. Jadi, tujuan ini harus berorientasi kepada hasil.
- (b). Tujuan harus dinyatakan dengan kata kerja yang operasional. Artinya, kata kerja itu menunjukkan perbuatan yang dapat diamati atau yang hasilnya dapat diukur, Misalnya, peserta didik dapat menghitung volume silinder mesin penggerak utama. Dalam hal ini hasil perilaku menghitung dapat diukur.
- (c). Merumuskan butir-butir materi secara terperinci yang mendukung tercapainya tujuan. Setelah tujuan instruksional jelas, dan mengetahui kemampuan serta keterampilan apa yang diharapkan dapat dilakukan peserta didik, berikutnya adalah mengupayakan cara supaya peserta didik memiliki kemampuan dan keterampilan tersebut. Daftar kemampuan itu merupakan bahan instruksional yang harus disajikan kepada atau dipelajari oleh peserta latihan. Dengan cara yang sama, harus diidentifikasi sub kemampuan dan sub-sub kemampuan yang diperlukan untuk mencapai semua tujuan instruksional khusus yang ada. Dengan cara ini, akan diperoleh bahan pembelajaran

yang lengkap untuk mencapai tujuan pembelajaran umum yang akan dicapai. Setelah daftar pokok-pokok bahan pembelajaran tersebut diperoleh, tugas selanjutnya ialah mengorganisasikan urutan penyajian yang logis, artinya dari yang sederhana ke yang rumit atau dari yang konkrit ke yang abstrak. Dalam membuat urutan penyajian ini perlu diingat bahwa ada kemampuan atau keterampilan yang saling bergantung, artinya sesuatu kemampuan atau keterampilan mungkin baru dapat dipelajari setelah kemampuan lain tertentu dikuasai. Dalam hal ini kemampuan yang satu menjadi prasyarat untuk dapat dipelajarinya kemampuan yang lain.

3) Mengembangkan alat pengukur keberhasilan.

Tujuan instruksional dapat dicapai atau tidak pada akhir kegiatan instruksional itu. Untuk keperluan tersebut diperlukan alat yang digunakan untuk mengukur tingkat keberhasilan peserta didik. Alat pengukur keberhasilan peserta didik ini perlu dirancang dengan seksama dan seyogyanya dikembangkan sebelum naskah program media ditulis atau sebelum kegiatan belajar mengajar dilaksanakan. Alat ini dapat berupa tes, penugasan, ataupun daftar cek perilaku. Alat pengukur keberhasilan harus dikembangkan sesuai dengan tujuan yang akan dicapai dan pokok-pokok materi pembelajaran yang akan disajikan kepada peserta didik. Hal yang diukur atau dievaluasi ialah kemampuan, keterampilan atau sikap peserta didik yang dinyatakan dalam tujuan yang diharapkan dapat dimiliki peserta didik sebagai hasil kegiatan instruksional itu. Sebaiknya setiap kemampuan dan keterampilan yang mendukung tercapainya tujuan instruksional khusus dijadikan bahan tes, atau daftar cek perilaku (*performance check*

*list*).

#### 4. Kemampuan Taruna

Dalam setiap pembelajaran, mencakup seluruh aspek pribadi, yaitu diharapkan adanya perubahan perilaku peserta didik secara konstruktif dan mencakup seluruh aspek pribadinya, yaitu aspek kognitif, aspek afektif dan aspek psikomotoriknya yang diungkapkan oleh Bloom dkk (Hanafiah, 2012:20). Kemampuan taruna dalam mempelajari suatu pelajaran tercermin dari hasil belajarnya. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi hasil belajar adalah sebagai berikut.

(1) Faktor internal

Faktor internal ini bersumber dari dalam diri seseorang yang sedang belajar, yang meliputi:

(a) Kecerdasan

Faktor ini memegang peranan sangat penting dalam keberhasilan seseorang. Seseorang yang pandai akan lebih cepat menyelesaikan atau memecahkan masalahnya.

(b) Bakat

Bakat adalah keadaan atau sifat-sifat seseorang. Dengan melalui latihan, seseorang yang mempunyai bakat tertentu akan lebih cakap menyelesaikan atau memecahkan masalahnya dibandingkan dengan orang yang tidak berbakat.

(c) Minat

Minat sangat erat kaitannya dengan rasa. Apabila seorang taruna berminat pada pelajaran mesin penggerak utama, maka taruna tersebut akan merasa senang dalam mempelajari mesin penggerak utama.

(d) Motivasi

Motivasi merupakan dorongan bagi diri seseorang untuk melakukan suatu kegiatan tertentu. Seseorang yang mempunyai motivasi yang tinggi untuk mempelajari pelajaran mesin penggerak utama, maka tentu

saja orang tersebut akan berusaha melaksanakan keinginannya secara maksimal.

(e) Sikap

Sikap adalah berhubungan dengan keadaan seorang dalam melaksanakan suatu kegiatan. Seorang yang bersikap bersungguh-sungguh dalam mempelajari materi pelajaran maka besar kemungkinan taruna tersebut akan mendapatkan prestasi

(2) Faktor eksternal

Faktor eksternal adalah faktor yang berasal dari luar taruna, yang meliputi:

- 1) Faktor lingkungan
  - a) Faktor alam
  - b) Faktor social
- 2) Faktor instrument
  - a) Kurikulum
  - b) Program pengajaran
  - c) Sarana dan prasarana
  - d) Guru/tenaga pengajar

Dari faktor- faktor tersebut kiranya yang dapat dimanipulasi adalah faktor instrumental. Artinya keberadaan faktor tersebut dapat ditingkatkan sedemikian rupa hingga optimal oleh guru atau tenaga pengajar. Peningkatan keberadaan faktor instrumental ini khususnya dapat dilakukan oleh tenaga pengajar dengan upaya peningkatan sarana dan prasarana yaitu dengan suatu usaha pemberitahuan atau pembuatan alat-alat pendidikan yang kiranya mampu meningkatkan kemampuan taruna dan memperhatikan hal-hal lain yang sekiranya mempengaruhi hasil belajar.

**5. Rumusan Hipotesis**

Berdasarkan kajian pustaka diatas dan rumusan masalah, maka hipotesis penelitian yang diajukan adalah:

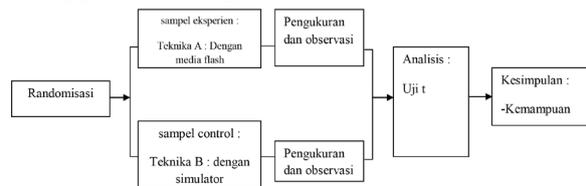
1. Penggunaan simulasi mesin penggerak utama berbasis Flash berpengaruh positif terhadap kemampuan taruna Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Ada perbedaan kemampuan antara kelas yang menggunakan simulator Flash den-

gan kelas yang menggunakan *real engine simulator*, dan kelas yang menggunakan metode ceramah.

**METODE PENELITIAN**

**1. Desain Penelitian**

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif untuk mendiskripsikan pengaruh penggunaan media berbasis flash dengan penggunaan engine simulator dalam mata kuliah mesin penggerak utama. Dalam hal ini yang diukur adalah kemampuan taruna untuk memahami system kerja dari mesin penggerak utama menggunakan media flash dibandingkan dengan kemampuan taruna dalam memahami mesin penggerak utama menggunakan engine simulator.



**Gambar 1.** Desain Penelitian

**2. Variabel-Variabel Penelitian Dan Definisi Operasional**

Variabel-variabel penelitian dan definisi operasional yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.

a. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang berpengaruh pada kemampuan taruna.

- 1). Variabel bebas, yaitu faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan taruna dalam mengoperasikan mesin penggerak utama. Adapun variabel bebas dalam penelitian ini adalah penggunaan simulasi mesin penggerak utama
- 2). Variabel terikat yaitu variabel yang dipengaruhi atau tergantung dari variabel yang lain. Yang termasuk variabel terikat dalam penelitian ini adalah kemampuan taruna dalam mengoperasikan mesin penggerak utama.

b. Definisi Operasional Variabel

Definisi setiap variabel dalam judul penelitian, yaitu :

- 1) Simulasi  
Simulasi, yaitu satu model atau alat hasil penyederhanaan suatu realitas atau alat yang asli. Pada penelitian ini, simulasi yang digunakan adalah simulasi mesin penggerak utama.
- 2) Kemampuan  
Kemampuan adalah tingkat kemampuan taruna setelah mengikuti pembelajaran yang meliputi kemampuan kognitif, afektif, psikomotorik.

### 3. Populasi Dan Sampel/Subjek Penelitian

Populasi yang digunakan pada penelitian ini adalah Taruna Diploma III Teknik A dan Teknik B, dengan jumlah masing-masing kelas 30 rang sehingga total populasi 60 orang.

**Tabel 1.** Sample Penelitian

Kelas uji	Jenis kelas	Perlakuan
Teknika – A	Kelas Eksperimen	Menggunakan Simulasi flash
Teknika – B	Kelas Kontrol	menggunakan engine simulator
Teknika – B	Kelas Kontrol	Metode Ceramah

### 4. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Politeknik Pelayaran Surabaya. Jl. Gunung Anyar Boulevard No.1 Surabaya.

### 5. Teknik Pengumpulan Data Dan Instrumen Penelitian

#### 1. Teknik Pengumpulan data

##### a. Angket kognitif

Angket ini menggunakan sebuah angket yang berisi pertanyaan-pertanyaan yang terkait dengan pengoperasian mesin penggerak utama. Angket ini berbentuk pertanyaan objektif terdiri atas 15 soal dengan 5 pilihan jawaban untuk setiap soal. Angket ini ditujukan pada taruna sebagai penilaian setelah

pembelajaran.

##### b. Angket afektif

Angket ini menggunakan pertanyaan terstruktur yang ditujukan kepada taruna ketika melakukan tes unjuk kerja dalam mengoperasikan mesin penggerak utama. Penilaian ini dimulai dari awal kali atau persiapan memulai praktikum hingga akhir praktikum berupa kesimpulan yang taruna dapatkan setelah melalui proses pembelajaran. Bentuk penilaian angket ini berupa skor terendah hingga skor tertinggi dengan rentang 1 sampai dengan 5.

##### c. Angket Psikomotorik

Angket ini berupa penilaian unjuk kerja dari peneliti terhadap kemampuan taruna dari sisi psikomotorik. Penilaian ini dilakukan secara obyektif terhadap kemampuan taruna dalam mengoperasikan mesin penggerak utama.

### 2. Instrumen Penelitian

#### a. Instrument test kemampuan

Penelitian akan memberikan nilai tinggi jika dikerjakan dengan sistematis. Tetapi mutu hasil penelitian akan diragukan jika alat / instrument yang di pakai untuk mengumpulkan data kurang bisa dipercaya. Oleh sebab itu instrument penelitian harus memperhatikan masalah reliabilitas dan validitas tes.

##### 1) Reliabilitas tes

Reliabilitas tes menunjukkan jika instrument digunakan berkali-kali untuk mengambil data maka data tersebut tetap sama. Untuk mengetahui reliabilitas instrument digunakan rumus alpha :

$$r_{11} = \left( \frac{k}{k-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum S_i}{S_t} \right)$$

Keterangan :

$r_{11}$  = Nilai Reliabilitas

$S_i$  = Jumlah varian skor tiap item

$S_t$  = Varian total

$k$  = Jumlah item

Kriteria: Apabila harga  $r_{11} > r_{tabal}$ , maka instrument reliabel.

2) Validitas tes

Validitas tes menunjukkan tingkat kevalidan atau kesahihan instrument yaitu mampu mengukur dari apa yang hendak diukur. Untuk mengetahui validitas tes, maka digunakan rumus *pearson product moment*:

$$r_{hitung} = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{n \cdot (\sum Y^2) - (\sum XY)^2\}}}$$

Keterangan:

$r_{hitung}$  = Koefisien korelasi

= jumlah skor item

= jumlah skor total (seluruh item)

= jumlah responden

Adapun indicator tes yang digunakan dalam metode tes tulis sebagai berikut :

Indicator	Nomor soal	Jumlah
• Mengetahui bagian-bagian system pelumasan	1,6,8,9,10	5
• Mengetahui alur kerja system pelumasan	2,7	2
• Mengetahui fungsi setiap bagian system pelumasan	3,4,5	3

Sedangkan untuk penilaian keefektifan berupa aspek - aspek afektif dan psikomotorik instrument yang digunakan dalam tes unjuk kerja berupa daftar chek atau *check list* dan tabel skor yang memuat penilaian afektif dan psikomotorik taruna menggunakan indicator berikut :

No	Aspek	indikator	Keterangan	No pertanyaan
1	Afektif	Penerimaan	Kesediaan taruna menghadirkan diri untuk menerima pelajaran	2

1		Penanggapan	Keturutsertaan dan pemberian reaksi	4, 7
		Penghargaan	kepekatanggapan atas rangsangan nilai berupa tanggung jawab, konsisten dan komitmen	9
2	Psiko-motorik	Persepsi	persepsi awal mengenai pengoperasian mesin penggerak utama	1, 10
		Kesiapan	Kesediaan mengambil tindakan	6
		Respon terbimbing	Peniruan gerak ketika taruna diberikan stimulus	3
		Mekanisme Respon	Gerakan penampilan yang menggambarkan penerimaan materi dan diadopsi kemudian di tampilkan pada alat praktek dengan percaya diri dan mahir	8, 5

**TEKNIK ANALISIS DATA**

Uji t untuk menentukan perbedaan hasil belajar antara kelompok yang menggunakan simulasi *main engine* dengan media *flash* dengan kelompok yang tidak menggunakan simulasi *main engine* dengan media *flash* Hipotesis penelitian dirumuskan sebagai H<sub>0</sub> dan hipotesis statistik dirumuskan sebagai H<sub>a</sub>.

untuk menguji hipotesis digunakan rumus t yaitu:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2}}} \quad \text{dengan} \quad s = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

( Sudjana,2009:243)

Keterangan:

= mean sampel kelompok simulasi  
 = mean sampel kelompok tanpa simulasi  
 S2 = simpangan baku  
 s12 = simpangan baku kelompok simulasi  
 s22 = simpangan baku kelompok tanpa simulasi  
 n1 = banyaknya sampel kelompok simulasi  
 n2 = banyaknya sampel kelompok tanpa simulasi  
 Kriteria pengujian adalah Ho diterima jika  $t < t_{1-\alpha}$  dengan peluang  $(1 - \alpha)$ , dengan  $dk = (n_1 + n_2 - 2)$  dan Ho ditolak jika t mempunyai harga-harga lain.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penerapan simulasi system pelumasan yang menggunakan Flash dibagi menjadi 3 kelompok, yang terdiri dari kelompok eksperimen yang menggunakan program Flash, kelompok control 1 yang menggunakan Real engine simulator, dan kelompok control 2 yang menggunakan metode ceramah (konvensional) didapatkan data berikut:

**Tabel 2.** Statistik deskriptif nilai kemampuan taruna

		kls_eksprmn	kls_ctrl1	kls_ctrl2
N	Valid	28	28	28
	Missing	2	2	2
Mean		80.7143	77.8571	89.6429
Median		80.0000	80.0000	90.0000
Mode		80.00	90.00	90.00
Std. Deviation		17.19788	12.27981	4.28792
Minimum		30.00	50.00	70.00
Maximum		100.00	90.00	100.00

Berdasarkan data di atas, didapatkan nilai rata-rata masing-masing kelas, untuk kelas eksperimen yaitu yang menggunakan simulasi flash memiliki nilai rata-rata 80,7, sedangkan kelas control 1 yang menggunakan metode konvensional (ceramah) memiliki nilai rata-rata 77,8. Kelas control 2 yang menggunakan

real engine memiliki nilai rata-rata 89,6.

### 2. Hasil Uji Instrumen

#### a. Validitas

Uji validitas pada instrument penelitian digunakan untuk menguji sejauh mana keabsahan data yang didapat dari taruna di masing-masing kelas, mulai dari kelas eksperimen hingga kelas control 1 dan kelas control 2. Adapun hasil dari uji validitas sebagai berikut.

**Tabel 3.** Uji Validitas

No	Item	Sig.	keterangan
1	X1	0.00	Valid
2	X2	0.00	Valid
3	X3	0.00	Valid
4	X4	0.00	Valid
5	X5	0.00	Valid
6	X6	0.00	Valid
7	X7	0.00	Valid
8	X8	0.00	Valid
9	X9	0.00	Valid
10	X10	0.00	Valid

Berdasarkan hasil uji validitas, maka didapatkan nilai signifikansi sebesar 0.00 untuk setiap pertanyaan yang diajukan dalam instrument penelitian, dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa intrumen tersebut adalah valid.

#### b. Reliabilitas

Uji reliabilitas merupakan uji yang digunakan untuk mengetahui sejauh mana tingkat kekonsistenan pengambilan data apabila data diambil pada objek penelitian yang sama dan dilakukan pada waktu yang berbeda, adapun hasil perhitungan uji reliabilitas sebagai berikut.

**Tabel 4.** Uji Reliabilitas

Reliability Statistics		
Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.664	.753	10

Berdasarkan uji reliabilitas di atas, didapatkan nilai Cronbach Alpha sebesar 0,664. Nilai ini lebih besar dari nilai standar Cronbach Alpha yaitu sebesar 0,6

c. Uji t

Hasil uji t, untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan kemampuan taruna dibagi untuk beberapa kategori. Untuk kemampuan

**Tabel 5.** hasil Uji t kemampuan kognitif

kognitif didapatkan dari hasil *post test* antara kelas eksperimen, kelas control 1 dan kelas control 2. Untuk kemampuan afektif dan psikomotorik didapatkan dari angket yang disebarakan taruna. Adapun hasil uji t untuk kemampuan kognitif didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut.

One-Sample Test						
	Test Value = 0					
	T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
kls_eksprmn	24.834	27	.000	80.71429	74.0456	87.3829
kls_ctrl1	33.549	27	.000	77.85714	73.0955	82.6188
kls_ctrl2	110.624	27	.000	89.64286	87.9802	91.3055

Dari hasil perhitungan di atas mengenai uji t pada kemampuan kognitif, didapatkan nilai sig. dari masing-masing kelas sebesar 0.00 yang nilainya < 0.05, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan kemampuan kognitif dari setiap kelas, yaitu kelas eksperimen, kelas control 1 dan kelas control 2.

Adapun untuk hasil kemampuan afektif dan psikomotorik berdasarkan angket didapatkan hasil berikut, kecenderungan taruna dalam mengikuti proses pembelajaran dapat diwakilkan dari beberapa item pertanyaan di dalam angket. Adapun yang paling dominan dalam angket afektif dan psikomotorik adalah pertanyaan pertama yaitu persepsi awal mengenai system pelumasan pada mesin penggerak utama dengan nilai rata-rata sebesar 4,6 dari skala likert 1 sampai 5, nilai 4,6 tersebut dapat diartikan bahwa pada pembelajaran system pelumasan pada mesin penggerak utama ini memang dibutuhkan kesediaan awal dari taruna mengenai persepsi awal pengoperasian system pelumasan mesin penggerak utama yang menggunakan simulator. Sedangkan nilai terendah didapatkan pada item pertanyaan ketidaksetujuan taruna apabila simulator tersebut tidak bermanfaat

bagi pembelajaran system pelumasan pada mesin penggerak utama. Adapun nilai angket pada item pertanyaan ini sebesar 2,39 dari skala likert 1 sampai 5.

**3. Pembahasan**

a. Pembahasan hipotesis pertama

Adapun hipotesis pertama yang diajukan pada penelitian ini adalah:

Penggunaan simulasi mesin penggerak utama berbasis Flash berpengaruh positif terhadap kemampuan taruna Politeknik Pelayaran Surabaya. Hipotesis tersebut didukung dengan adanya data hasil uji kemampuan kognisi yang didapatkan dari post tes, dimana nilai rata-rata kelas eksperimen sebesar 80,7. Nilai tersebut lebih besar daripada nilai kelas control 1 yang menggunakan metode konvensional yaitu ceramah dengan nilai rata-rata sebesar 77,8. Perbedaan ini menunjukkan dengan digunakannya simulator berbasis pada pembelajaran mesin penggerak utama berpengaruh positif.

2. Pembahasan hipotesis kedua

Adapun hipotesis kedua yang diajukan pada penelitian ini adalah “Ada perbedaan kemampuan antara kelas yang menggunakan

simulator Flash dengan kelas yang menggunakan *real engine simulator*, dan kelas yang menggunakan metode ceramah”. Hal ini dibuktikan dengan uji t atau uji beda dari hasil post tes kemampuan kognisi taruna di masing-masing kelas. Berdasarkan nilai uji t, didapatkan sig 0,00 pada masing-masing kelas, sehingga ada perbedaan kemampuan dari taruna pada kelas eksperimen, kelas control 1 dan kelas control 2.

## SIMPULAN DAN SARAN

### 1. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan:

1. Penggunaan simulasi mesin penggerak utama berbasis Flash berpengaruh positif terhadap kemampuan taruna Politeknik Pelayaran Surabaya. Hipotesis tersebut didukung dengan adanya data hasil uji kemampuan kognisi yang didapatkan dari post tes, dimana nilai rata-rata kelas eksperimen sebesar 80,7.
2. Ada perbedaan kemampuan antara kelas yang menggunakan simulator Flash dengan kelas yang menggunakan *real engine simulator*, dan kelas yang menggunakan metode ceramah”. Hal ini dibuktikan dengan uji t atau uji beda dari hasil post tes kemampuan kognisi taruna di masing-masing kelas. Berdasarkan nilai uji t, didapatkan sig 0,00 pada masing-masing kelas,

### 2. SARAN

1. Dengan adanya penelitian ini bisa dikembangkan untuk setiap materi yang membutuhkan simulator, sehingga dapat memper-

2. Penelitian ini dapat dijadikan pijakan untuk penelitian berikutnya terkait dengan pembelajaran yang menggunakan simulator.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adams, W. K., S. Reid, R. LeMaster, S. McKagan B., K. K., M. Dubson and Wieman, C. E.. 2012. A Study of Educational Simulations : Engagement and Learning. Colorado Physics Education Research group.
- Carr, John. 2007. Approaches to Teaching & Learning. Irish National Organization. Consultative Conference on Education. Dublin: INTO
- Hanafiah, Nanang. Suhana, Cucu. 2012. Konsep Strategi Pembelajaran. Bandung : Refika Aditama
- Jonassen, David H. 2005. Modeling with Technology: Mindtools for Conceptual Change. 3rd Edition. Prentice Hall
- Matz, Anneke. 2004. The Essential Biochemistry Handbook for Interactive Learning. Texas: Science Technologies.
- Sadiman, Arief. dkk. 2012. Seri Pustaka Teknologi Nomor 6 : Media Pendidikan (Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya). Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada
- Sudjana, Nana. 2009. Penilaian Hasil *Proses Belajar Mengajar*, Bandung: Remaja Rosdakarya