

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan pustaka

Berdasarkan sistematika penulisan, pada bab ini akan diuraikan landasan teori yang berkaitan dengan judul Skripsi “Pengaruh kebocoran minyak hidrolik pada pesawat *steering gear* di kapal LPG/C Gas Walio terhadap keselamatan dan kelancaran olah gerak kapal dengan metode *Hazop*”. Teori tersebut meliputi:

1. Pengertian pengaruh kebocoran

Pengaruh adalah pernyataan suatu hubungan yang sudah mempunyai arah. Pengaruh adalah salah satu bentuk hubungan yang simetris. Oleh karena itu, pada konsep pengaruh, arah hubungan perlu ditetapkan.¹

Arti kata pengaruh adalah daya yang ada atau timbul dari sesuatu (orang, benda) yang ikut membentuk watak, kepercayaan, atau perbuatan seseorang.²

Sedangkan pengertian dari kebocoran (*leakage*) adalah dampak tak-langsung proyek pengurangan emisi atau kebijakan yang menyebabkan peningkatan emisi di tempat lain.³

Dari Penjelasan tentang pengertian pengaruh dan kebocoran diatas, Penulis mengambil kesimpulan bahwa pengaruh kebocoran adalah

¹ Husein Umar, 2003, “Metode Riset Bisnis”, Jakarta : Gramedia Pustaka Utama, hal. 151.

² Mulyono, 2013, “Pengaruh Penggunaan Media Audio Visual pada Pembelajaran Sholat untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik di Min Beji”, Sidoarjo: Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, hal.06.

³ Daniel Murdiyarsa, 2003, “CDM: Mekanisme Pembangunan Bersih”, Jakarta: Kompas Media Nusantara, hal. 82.

hubungan yang ditimbulkan oleh sesuatu sehingga mengalami pengurangan emisi.

2. Minyak hidrolik

a. Pengertian minyak hidrolik

Minyak hidrolik adalah pelumas cairan yang digunakan dalam sistem hidrolik untuk transmisi daya. Fungsi utama dari minyak hidrolik adalah sebagai penghantar tekanan dan fungsi lainnya yaitu untuk pelumasan.⁴

b. Sifat-sifat minyak hidrolik

Ada beberapa sifat fluida hidrolik yang sangat berpengaruh terhadap fungsi utama fluida dan menunjukkan syarat kualitasnya, yaitu:

- 1) *Viscosity*, yaitu kekentalan fluida hidrolik.
- 2) *Pour point*, yaitu temperatur terendah dimana fluida hidrolik, masih dapat mengalir.
- 3) *Lubricating ability*, yaitu kemampuan fluida melumasi dua permukaan yang bergesekan.
- 4) *Oxidation resistance*, yaitu ketahanan fluida dalam mencegah terbentuk oksidasi.
- 5) *Rust and corrosion protection*, yaitu mencegah terjadinya proses karat dan korosi.
- 6) *Demulsibility*, yaitu kemampuan fluida hidrolik untuk memisahkan diri dari air.⁵

⁴ David W Smith, 1984, "Marine Auxiliary Machinery", London: Butterworths & Co (Publisher) Ltd., hal. 273.

⁵ Tim Penyusun, 2003, "Dasar-Dasar Hidrolik (Basic Hydraulics)", Sorowako: Akademi Teknik Sorowako, hal. 17.

c. Jenis minyak hidraulik

Secara ekstrim pompa hidraulik dapat beroperasi menggunakan oli dengan viskositas antara 750 s/d 7 cSt atau ISOVG 7 s/d ISO VG 750.⁶

Tetapi secara umum, minyak hidraulik yang digunakan oleh *Rolls-Royce steering gear* adalah sesuai DIN 51524 dan *pour point* harus di bawah suhu -30°C .⁷

3. Pesawat *steering gear*

a. Pengertian

Pesawat *steering gear* merupakan salah satu peralatan penting yang ada di dalam kapal. Berfungsi untuk membantu kapal berbelok ke arah kiri (*port side*) dan kanan (*starboard side*). *Steering gear* sendiri dapat berfungsi ketika kapal sedang bergerak.⁸

b. Macam dan jenis *steering gear*

Menurut tenaga utamanya, *steering gear* di bedakan menjadi empat macam⁹, yaitu:

1) *Steam steering gear*

Mesin kemudi tenaga uap atau *chain and rod steering gear* pada kapal-kapal kecil boleh atau masih digunakan. Mesin kemudi dengan tenaga uap mungkin sudah sangat jarang ditemui dan mulai ditinggalkan karena proses pengemudian kapalnya sangat lambat.

⁶ Ibid., hal. 18.

⁷ Manual Book, 2011, "Installation Manual Rolls-Royce Steering Gear SV650-3 FCP", Vessel LPG/C Gas Walio, hal. 20.

⁸ Agung B Wicaksono, 2014, "Sistem Kendali Steering Gear pada Kapal", Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November, hal. 09.

⁹ David, Op. Cit., hal. 258-276.

2) *Electric steering gear*

Mesin kemudi jenis ini terdapat dua rangkaian utama yaitu:

- a) Rangkaian pembangkit tenaga (*power system*) untuk menggerakkan daun kemudi.
- b) Rangkaian pengendali (*control system*) yang berfungsi mengendalikan operasi dari rangkaian pembangkit tenaga.

3) *Hydraulic steering gear*

Kemudi jenis ini menggunakan tenaga hidraulik (oli) yang dapat dipompakan dari anjungan sampai ke ruang mesin kemudi di bawah.

Adanya gerakan dari peralatan *transmitter* di anjungan (misalnya dengan memutar roda kemudi) maka minyak hidraulik pada pipa penghubung akan ditekan dan diteruskan ke *cylinder receiver* di ruang mesin kemudi dan setara dengan itu maka akan menggerakkan daun kemudi kearah sebagaimana yang dikehendaki dari anjungan.

Jenis dari *hydraulic steering gear* antara lain:

- a) *Two ram hydraulic steering*
- b) *Four ram hydraulic steering gear*

4) *Electric-hydraulic steering gear*

Pada umumnya sistem ini menggunakan dua motor dengan satu set pompa. Namun tidak jarang kapal dengan menggunakan dua pompa hidraulik, sehingga kerja dari mesin kemudi menjadi dua kali lebih cepat reaksinya, hal ini digunakan pada saat kapal sedang berolah gerak memasuki pelabuhan, masuk pelayaran sempit atau sungai. Jenis dari *electric-hydraulic steering gear* antara lain:

- a) *Small hand and power gear*
- b) *Four ram electric-hydraulic steering gear*
- c) *Rotary vane steering gear*

Dari pengertian berbagai macam jenis *steering gear* di atas, yang menjadi penelitian Penulis ketika melaksanakan praktek laut yaitu *electric hydraulic steering gear* jenis *rotary vane* karena sesuai di kapal LPG/C Gas Walio. Kapal LPG/C Gas Walio merupakan salah satu kapal milik perusahaan PT. Pertamina *Shipping* berbendera Indonesia yang jenis muatannya LPG cair (*LPG carrier*).

c. Mekanisme kerja *steering gear* tipe *rotary vane*

Sudah dijelaskan tentang definisi dan gambaran umum dari keseluruhan sistem *steering gear* di atas kapal. Berikutnya adalah mengetahui prinsip kerja yang dikhususkan pada *steering gear* tipe *rotary vane* sesuai pengalaman Penulis melaksanakan praktek berlayar di atas kapal.

Terdapat tiga jenis *steering gear* tipe *rotary vane*,¹⁰ yaitu:

- 1) *Rotary vane Tenfjord (SR series)*
- 2) *Rotary vane Frydenbo (RV and IRV series)*
- 3) *Rotary vane Brown Brothers (naval application)*

Ketiga jenis *steering gear* tersebut memiliki cara kerja atau mekanismenya yang sama yaitu menggunakan tenaga penggerak elektrik-hidrolik. Sistem elektrik-hidrolik merupakan perpaduan antara dua sistem, sistem elektrik dan sistem hidrolik.

¹⁰ Manual Book Rolls-Royce, "Steering and Stabilisation", England: Naval Marine, hal. 3-5.

Sistem elektrik adalah suatu sistem dimana sistem kontrolnya diatur menggunakan *electric control*, transmisinya dan tenaganya juga menggunakan elektrik. Sedangkan sistem hidraulik yaitu sistem dimana pengontrolan dilakukan secara hidraulik yang disebut *telemotor*.¹¹

Komponen yang ada pada *electric-hydraulic steering gear* sama dengan yang digunakan pada *telemotor* namun perbedaannya ada pada *control valve* yang dipasang sebagai pengganti *floating lever* pada *telemotor*. *Valve* ini berfungsi untuk menyalurkan oli yang ada di dalam tangki oli. *Electric-hydraulic steering gear* memiliki skema yang hampir sama dengan *telemotor* hanya saja sinyal yang dikirim roda kemudi (*steering wheel*) dari *wheelhouse* akan di terima oleh *control box* lalu diterjemahkan dan di salurkan ke *control valve*. Sinyal yang diterima oleh *control valve* akan diteruskan dalam bentuk gerak mekanik *valve* tersebut.¹²

Sistem kerja dari *steering gear* tipe *rotary vane*, yaitu sinyal perintah diberikan melalui sebuah *electrical control* dari roda kemudi yang berada di *wheelhouse*. Perintah yang diberikan tadi diterima oleh perangkat *receiver* yang menjadi satu bagian pada *receiver unit* di dekat sistem transmisi. Kemudian sinyal tersebut diteruskan pada sistem hidraulik yang meliputi *running pump* untuk mengarahkan fluida. Jika fluida dialirkan dalam arah maju maka minyak akan mendorong sirip pemisah pada rotor dan mendorongnya sehingga memutar daun baling-baling

¹¹ Ach Khoiri Hidayat, 2014, "Mesin Bantu Steering Gear System", Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, hal. 08.

¹² Agung, Op. Cit., hal. 12.

dengan sudut tertentu, untuk memberikan gaya pada *rudder* agar dapat bergerak. jika arah aliran dibalik maka daun baling-baling akan berputar kearah sebaliknya.¹³ Berikut sistem mekanisme kerja dari *steering gear* terdapat pada lampiran gambar 2.1 dan gambar 2.2 (*installation manual book Rolls-Royce steering gear*).

d. Komponen pendukung *electric-hydraulic system* pada *rotary vane steering gear*¹⁴

1) Pompa (*pump*)

Fungsi pompa adalah untuk mengubah energi mekanik menjadi energi hidraulik dengan cara menekan fluida hidraulik ke dalam sistem. Dalam sistem hidraulik, pompa merupakan suatu alat untuk memindahkan sejumlah volume fluida dan untuk memberikan gaya atau tekanan yang diperlukan. Pompa yang digunakan pada pesawat *steering gear* di kapal LPG/C Gas Walio adalah jenis *Hele Shaw* yang terdiri dari dua unit pompa dan bersifat *reversible pump* (dapat membalik putaran).

2) Pipa-pipa (*pipes*)

Dalam sistem aliran tenaga hidraulik, aliran minyak hidraulik didistribusikan melalui pipa yang membawa fluida dari *oil reservoir tank* menuju ke komponen-komponen yang bekerja dan kemudian kembali ke dalam *oil reservoir tank* lagi. Pipa sebagai penghantar fluida harus cukup kuat menahan tekanan minyak hidraulik.

¹³ Ach Khoiri, Op. Cit., hal. 8-9.

¹⁴ Manual Book, Op. Cit., hal. 11.

Tekanan yang terjadi dalam pipa harus mampu melawan tekanan kerja sistem.

3) Katup distribusi (*distribution valve / valve block*)

Katup distribusi adalah komponen utama dalam sistem hidraulik, dilengkapi dengan *hydraulic lock sensor* dan *filter*. Katup tersebut digunakan untuk mengontrol tekanan dan aliran fluida melalui pipa hidraulik dan juga berguna dalam memanfaatkan dan menghasilkan tenaga hidraulik. Pada komponen katup distribusi terdapat *safety valve*, *non return valve*, *solenoid valve*, dan *balance valve*.

Fungsi dari katup distribusi (*distribution valve*) adalah sebagai berikut:

- a) Mengarahkan aliran tekanan fluida menuju saluran yang ditentukan dan mengembalikan fluida ke dalam tangki fluida (*reservoir tank*).
- b) Mengontrol batas aliran kontrol yang dirancang untuk aliran cairan hidraulik sehingga dapat mengalir bebas pada satu arah dan menutup pada arah lawannya.
- c) Mencegah terjadinya beban lebih atau tekanan aliran cairan hidraulik yang melebihi kemampuan rangkaian hidraulik.

4) Silinder hidraulik (*cylindrical rudderstock connection*)

Silinder hidraulik merupakan tempat berkumpulnya tekanan hidraulik dan rumah untuk *actuator*. Pada *steering gear* tipe *rotary vane* yang digerakan oleh pompa hidraulik, di dalam rumah *vane* terdapat 2 baling-baling yang saling berhimpitan. Rumah

tersebut dibagi menjadi 4 bagian, 2 bagian untuk bertekanan tinggi dan dua bagian untuk bertekanan rendah. Ada suatu katup yang mengatur minyak hidraulik pada bagian yang bertekanan tinggi agar minyak hidraulik masuk ke dalam ruangan secara serentak, kemudian memutar *vane* dan batang kemudi akan berputar. Jika *rudder* akan berputar pada arah yang berlawanan atau kembali ke posisi semula, maka bagian yang bertekanan tinggi akan menjadi bertekanan rendah sehingga baling-baling akan berputar ke arah yang bertekanan lebih rendah. Di dalam silinder hidraulik terdapat *seal* dan *o-ring* yang berfungsi untuk mencegah kebocoran sehingga tekanan minyak hidraulik tidak turun.

Berikut gambar dari keseluruhan komponen *rotary vane steering gear*, terdapat pada lampiran gambar 2.3.

4. Keselamatan dan kelancaran

a. Pengertian keselamatan

Keselamatan berasal dari kata dasar selamat. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia selamat adalah terhindar dari bencana; aman sentosa; sejahtera; tidak kurang suatu apapun, sehat tidak mendapat gangguan; kerusakan; beruntung; tercapai maksudnya; tidak gagal.¹⁵

b. Pengertian kelancaran

Kelancaran adalah suatu keadaan dimana sesuatu berjalan dengan lancar, bergerak maju dengan cepat dan sangat bergantung pada sarana,

¹⁵ Annisa P. Handayani, "Studi Beberapa Faktor Tentang Keselamatan Pejalan Kaki Di Jalan Margonda Raya Depok, Tahun 2009", <http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/124276-S-5854-Studi%20beberapa-Literatur.pdf>, terakhir diakses 09 November 2016.

tenaga, dan biaya yang tersedia, sehingga pelaksanaan yang diharapkan terjamin.¹⁶

5. Olah gerak kapal

Olah gerak kapal (*Seakeeping Performance*) adalah kemampuan untuk tetap bertahan di laut dalam kondisi apapun dalam keadaan kapal sedang melaksanakan tugasnya. Oleh karena itu kemampuan ini jelas merupakan aspek penting dalam hal perancangan kapal (*ship design*). Bahkan pada bangunan lepas pantai sekalipun kemampuan bertahan ini wajib diperhitungkan dengan analisis perairan yang sesuai pada kondisi setempat.¹⁷

6. Metode *Hazop* (*hazard operability*)

a. Definisi dan tujuan *Hazop*

Hazop adalah suatu metode identifikasi bahaya yang sistematis teliti dan terstruktur untuk mengidentifikasi berbagai permasalahan yang mengganggu jalannya proses dan risiko yang terdapat pada suatu peralatan yang dapat menimbulkan risiko merugikan bagi manusia/ fasilitas pada sistem.¹⁸

Tujuan penggunaan *Hazop* adalah untuk meninjau suatu proses atau operasi pada suatu sistem secara sistematis, untuk menentukan apakah proses penyimpangan dapat mendorong kearah kejadian atau kecelakaan

¹⁶ Annisa Maulida Amri P, 2016, "Pengaruh Controller Persediaan Bahan Baku Terhadap Kelancaran Proses Produksi", Bandung: Universitas Widyatama, hal. 20.

¹⁷ Untung Budiarto, Berlian Arswendo A, Friska Kartika P, "Perancangan Kapal Container 208 Teu Rute Pelayaran Surabaya – Banjarmasin", Kapal, vol.9 no.2, Juni 2012, hal. 83.

¹⁸ Bayu Nugroho Pujiono, Ishardita Pambudi Tama, Remba Yanuar Efranto, "Analisis Potensi Bahaya Serta Rekomendasi Perbaikan dengan Metode Hazard and Operability Study (HAZOP) Melalui Perangkingan OHS Risk Assessment and Control", Universitas Brawijaya, vol.1 no.2, 2013, hal. 254.

yang tidak diinginkan dan berusaha mencari solusi tanpa harus melakukan percobaan.¹⁹

b. Konsep *Hazop*

Konsep dasar dari metode *Hazop* adalah probabilitas dari suatu *item* untuk dapat melaksanakan fungsi yang telah ditetapkan, pada kondisi pengoperasian dan lingkungan tertentu untuk periode waktu yang telah ditentukan. *Item* yang dipakai dalam definisi *Hazop* dapat mewakili semua komponen, subsistem atau sistem yang dapat dianggap satu kesatuan.²⁰

B. Definisi operasional

Definisi operasional adalah suatu definisi yang dipergunakan bilamana suatu kata atau frase diberi arti secara implisit atau tersirat dalam suatu konteks, bukan dinyatakan secara eksplisit atau tersurat.²¹

1. *Cylindrical rudderstock connection*

Berfungsi sebagai elemen akhir untuk menekan *rudder actuator* sehingga *actuator* bergerak memindahkan beban. Berikut gambar terdapat pada lampiran gambar 2.4.

2. *Valve block*

Katup tersebut digunakan untuk mengontrol tekanan dan aliran fluida melalui pipa hidraulik dan juga berguna dalam memanfaatkan dan menghasilkan tenaga hidraulik, terdapat pada lampiran gambar 2.5.

3. *Rudder actuator*

Rudder actuator berfungsi untuk merubah tenaga zat cair menjadi

¹⁹ Ibid.

²⁰ David Macdonald, 2004, "Hazop Trips and Alarms", Town: Newnes Cape, hal. 1.

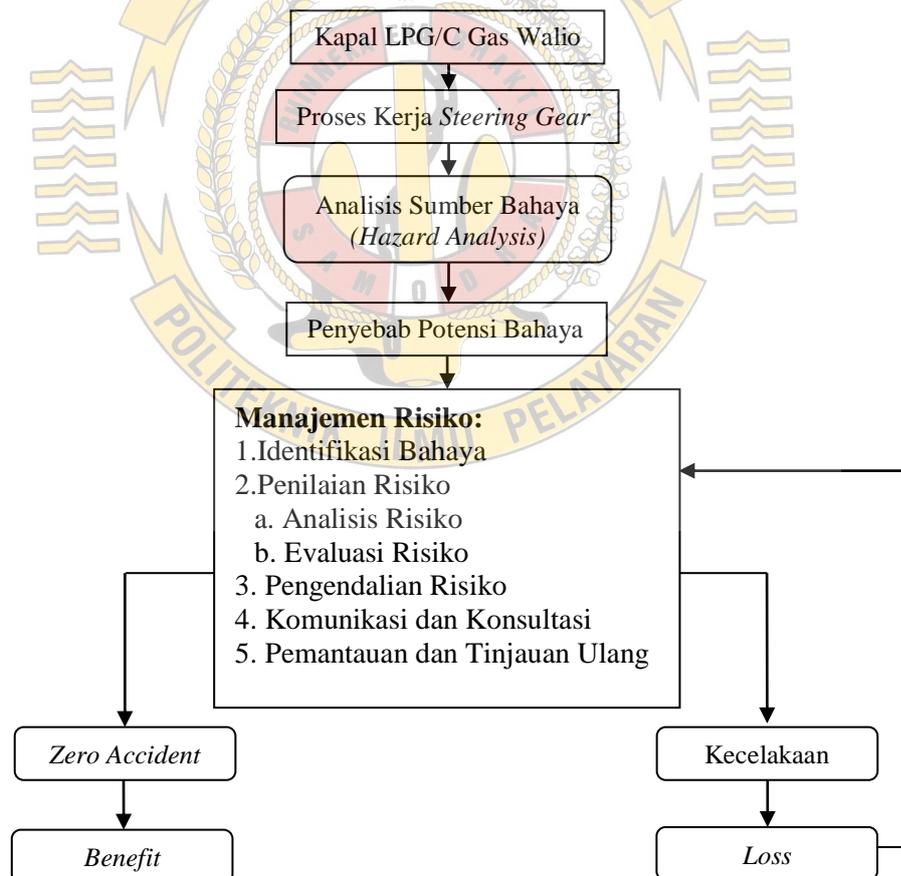
²¹ Mulyono, Op. Cit., hal. 06.

tenaga mekanik atau komponen yang melakukan aksi meneruskan gaya dari pompa untuk melakukan kerja yaitu menggerakkan *rudder* (kemudi), terdapat pada lampiran gambar 2.6.

C. Kerangka pikir penelitian

Kerangka pemikiran adalah suatu model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah riset.²²

Agar penelitian dapat dilakukan secara sistematis, maka dibuatlah diagram alur sesuai gambar 2.7



Gambar 2.7 Kerangka pikir penelitian

²² Husein, Op. Cit., hal. 242.

Berdasarkan gambar 2.7 kerangka pikir di atas, *Hazop* merupakan bagian dari *analysis hazard* dan digunakan pada suatu penelitian untuk menganalisa suatu bahaya atau operasi pada suatu sistem berdasarkan peralatan secara sistematis. Berikut pemaparan dari kerangka pikir tersebut:

1. Proses kerja *steering gear*

Bagian ini menerangkan spesifikasi dari *steering gear* yang akan diteliti beserta dengan proses kerjanya dan komponen pendukung yang melekat pada *steering gear*.

2. Analisis sumber bahaya

Bahaya (*Hazard*) adalah suatu keadaan yang memungkinkan atau berpotensi terhadap terjadinya kejadian kecelakaan berupa cedera, penyakit, kematian, kerusakan atau kemampuan melaksanakan fungsi operasional yang telah ditetapkan.²³

a. *Hazop (hazard analysis and operability studies)*

Proses *Hazop* akan menghasilkan atau menciptakan penyimpangan-penyimpangan dari desain proses yang sesungguhnya dengan mengkombinasikan antara *guideword* (*no, more, less, dll*) dengan parameter proses sehingga menghasilkan kemungkinan penyimpangan dari desain yang sesungguhnya.²⁴

b. *Hira (hazard identification and risk assessment)*

Hira (hazard identification and risk assessment) merupakan suatu metode atau teknik untuk mengidentifikasi potensi bahaya kerja

²³ Yuda Kus Prabandoro, 2011, “Analisis Penerapan Manajemen Risiko Hauling Coal Di PT. Cipta Kridatama Site Kaltim Batu Manunggal, Kalimantan Timur”, Surakarta: Universitas Sebelas Maret, hal. 8.

²⁴ Rico Tri Wardhana, 2015, “Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Dengan Metode Hazard Analysis”, Jember: Universitas Jember, hal. 14.

dengan mendefinisikan karakteristik bahaya yang mungkin terjadi dan mengevaluasi risiko yang terjadi melalui penilaian risiko dengan menggunakan matriks penilaian risiko.²⁵

Dari analisa *Hazard* and *Hira* tersebut diatas, maka Penulis akan dapat menemukan suatu penyebab atau yang mampu berpotensi memberikan dampak bahaya dari proses kerja *steering gear* terhadap olah gerak kapal. *Hazard* mengidentifikasi bahaya berdasarkan peralatan dan *Hira* mengidentifikasi bahaya berdasarkan kegiatan.²⁶

3. Manajemen risiko

Manajemen risiko adalah suatu proses atau perencanaan identifikasi, penilaian, dan prioritas risiko diikuti dengan koordinasi dan aplikasi ekonomis sumber daya yang ada untuk mengurangi, memonitor, dan mengendalikan probabilitas dan atau dampak dari severitas atau untuk memaksimalkan realisasi peluang.²⁷

Tahapan dari manajemen risiko pada metode *Hazop* antara lain:

- a. Identifikasi bahaya (*identify hazard*)
- b. Penilaian risiko (*risk assesment*)
- c. Pengendalian risiko (*risk reduction*)
- d. Komunikasi dan konsultasi (*communicate and consult*)
- e. Pemantauan dan tinjauan ulang (*monitoring and review*)

²⁵ Ibid.

²⁶ Rico Tri W, Op. Cit., hal. 11.

²⁷ Yuda Kus P, Op. Cit., hal. 24.