

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Limbah Pertamina RU IV Cilacap**

Indonesia dikenal sebagai negara penghasil minyak terbesar dan termasuk deretan negara yang menghasilkan minyak mentah terbesar di dunia. Salah satu perusahaan yang mengolah minyak bumi di Indonesia adalah PT. Pertamina. Perusahaan milik negara ini memiliki beberapa cabang di Indonesia, salah satunya adalah PT. Pertamina Refinery Unit (RU) IV Cilacap. Cabang ini merupakan salah satu dari tujuh jajaran cabang PT Pertamina yang memiliki kapasitas produksi terbesar, yakni 348.000 barrel/hari dengan fasilitas paling memadai. Kilang RU IV Cilacap bernilai strategis karena memasok 34% kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) nasional atau 60% kebutuhan BBM di Pulau Jawa. Selain itu, kilang minyak ini merupakan satu-satunya kilang di tanah air saat ini yang memproduksi aspal dan base oil untuk kebutuhan infrastruktur di tanah air.

Keberadaan sebuah industri di lingkungan masyarakat ibarat memiliki dua sisi mata pisau yang memiliki dampak positif maupun negatif. Dari sisi positif, PT. Pertamina RU IV Cilacap mempunyai peranan yang cukup penting dalam meningkatkan devisa negara dan berpengaruh besar terhadap perekonomian daerah khususnya masyarakat di wilayah Cilacap. Di balik sisi positif tersebut, kegiatan pembangunan dan operasional perusahaan dapat menimbulkan masalah pada lingkungan. Berkurangnya lahan hijau, menimbunnya limbah, dan meningkatnya gas karbondioksida di udara merupakan dampak negatif dari adanya pembangunan

dan kegiatan produksi perusahaan. Dalam rangka menghindari kerusakan lingkungan yang ditimbulkan, perusahaan dituntut untuk bertanggung jawab menjaga lingkungan hidup di sekitar wilayah pembangunan dan kegiatan operasi perusahaan.

PT Pertamina RU IV Cilacap merupakan salah satu kilang dan pengelolaan minyak bumi yang terbesar di Indonesia. Produk yang dihasilkan antara lain bahan bakar minyak (BBM), seperti *gasoline*, *naphta*, *kerosine*, avtur, solar (*Automotive Diesel Oil/ADO* dan *Industrial Diesel Oil/IDO*), *Low Sullphur Wax Residu* (LSWR), dan minyak bakar (IFO). Pada PT. Pertamina RU IV Cilacap juga memproduksi pelumas (*base oil*, *parafinic oil*, *solvent*, *minarex*, *asphalt*, *slack wax*), aromatik (*paraxylene*, *benzone*, *toluene*, dan *heavy aromate*) dan *liquid* (*Liquefied Petroleum Gas*, *Propylene*, dan Sulfur) (Ardany, 2017).

Kilang minyak Pertamina RU IV Cilacap memproduksi rata-rata 32.375 m<sup>3</sup>/jam yang berasal dari Kilang Minyak I sebanyak 10.800 m<sup>3</sup>/jam, Kilang Minyak II 10.790 m<sup>3</sup>/jam, Kilang Minyak *Paraxlyne* 10.785 m<sup>3</sup>/jam. Proses diikuti dengan adanya limbah baik limbah udara, padat maupun cair. Khusus limbah cair, Pertamina RU IV Cilacap mengolah limbah ± 7500 m<sup>3</sup>/jam dengan masing-masing kilang mengolah 2.500 m<sup>3</sup>/jam (Melati dan Suparmin, 2015).

### **2.1.1 Jenis Limbah Cair**

Limbah cair di PT Pertamina RU IV Cilacap berasal dari beberapa unit atau kegiatan proses dan non-proses. Limbah cair yang ada di kilang minyak PT

Pertamina RU IV Cilacap yang diklasifikasikan berdasarkan tipe dan frekuensi pencemarannya:

1. Air bebas dari senyawa organik

Air yang bebas dari senyawa organik ini merupakan limbah cair yang berasal dari *blowdown boiler*, buangan dari unit-unit pendingin yaitu *cooling water*, dan air *make up* dari umpan *boiler*, air hujan dari area bebas minyak, air pendingin yang tidak kontak langsung dengan minyak. Air jenis ini akan dialirkan ke *holding basin* (HB) untuk menurunkan temperaturnya terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air penerima yaitu Sungai Donan.

2. Air yang kadang-kadang tercemar minyak

Air kategori ini merupakan aliran air yang secara normal bebas dari minyak akan tetapi kemungkinan besar dapat mengandung minyak dalam kondisi tertentu, yaitu air yang berasal dari lapangan tangki, air yang melewati lorong pipa (*box culvert*) dan area proses bebas minyak, air pendingin sekali lewat dan sebagainya. Air ini akan dialirkan ke *Corrugated Plate Interceptor* (CPI) yang terdapat dalam area proses.

3. Air yang selalu tercemar minyak

Air yang selalu tercemar ini ialah air yang sudah dapat dipastikan tercemar oleh ceceran minyak, seperti air hujan dari area proses minyak, air pengosongan tangki, air ballast, *blowdown*, air pendingin dan air pembersihan. Akan tetapi air ini tidak mengandung pencemar organik terlarut. Air jenis ini juga akan dialirkan ke CPI terlebih dahulu setelah itu baru dilanjutkan ke HB.

#### 4. Air Proses

Air proses ialah air yang sebelumnya sudah mengalami kontak dengan aliran proses, pencucian minyak secara kimiawi, dan sebagainya. Air ini mengandung minyak dan bahan-bahan terlarut seperti ammonium sulfat, fenol, tiofenol, asam organik, dan asam anorganik. Air ini dapat berasal dari unit-unit proses, pengolahan air bekas proses dan desalter. Air jenis ini akan dilewatkan terlebih dahulu ke SWS dan setelah itu barulah akan dialirkan ke HB bersama air buangan lainnya. Untuk air dari laboratorium khusus harus dikumpulkan terlebih dahulu dalam suatu drum setelah itu barulah dialirkan ke CPI.

#### 5. Air domestik dan *sanitary*

Air ini berasal dari kegiatan sehari-hari di sekitar kilang. Air *sanitary* ini akan diproses di *septic tank* dan kemudian dialirkan ke HB.

Berdasarkan asalnya, limbah cair kilang minyak RU IV Cilacap diklasifikasikan menjadi dalam *one site area* dan *off site area*.

##### 1. *On site area*

###### a. Air yang tidak tercemar

Air yang tidak tercemar meliputi air hujan dari daerah administrasi atau daerah yang belum digunakan dan terkontaminasi, atap-atap, jalan-jalan dan air yang mengandung minyak dan lemak kurang dari 0,5 ppm.

###### b. Limbah domestik

Limbah domestik berasal dari bangunan-bangunan dan fasilitas pencucian.

c. Air pendingin yang terkontaminasi

Air yang dihasilkan dari sistem pendingin sekali lewat (*once trough*)

Air ini berasal dari saluran pembuangan tangki-tangki minyak mentah dan produk, uap yang digunakan untuk unit-unit distilasi dan konversi, pengolahan kimia secara basah, atau dari pencucian minyak mentah dan produk. Air ini biasanya mengandung hidrokarbon terlarut, teremulsi, atau tersuspensi, garam-garam anorganik, dan senyawa organik terlarut seperti fenol dan asam-asam organik. Air buangan proses ini juga mencakup buangan dari SWS.

2. *Off site area*

a. Air hujan

Aliran air hujan yang berasal dari area yang berdekatan dengan unit dan stasiun pemuatan-pemuatan produk, mengandung sedikit minyak dari kebocoran kecil.

b. Ceceran minyak dan bahan kimia

Kegiatan pengolahan minyak di RU IV Cilacap menggunakan berbagai bahan kimia, baik bahan pengolah, maupun sebagai aditif untuk pengolahan atau memperbaiki produk.

c. Limbah cair terminal *loading area*

Sebenarnya Pertamina RU IV Cilacap sudah membangun sarana pengolahan air *ballast* di area 70 tetapi fasilitas tersebut jarang digunakan karena kapal-kapal yang merapat dan lego jangkar tidak pernah membuang air *ballast* di area 70 dan sekitarnya.

d. Limbah cair dari *New Drain* dan *Boiler Area*

Limbah cair yang dikeluarkan dari area ini diolah dalam *Corrugated Plate Interceptor* (CPI) separator sebelum dialirkan ke dalam HB. Air-air yang dialirkan berasal dari sumber-sumber pencemar tersebut diolah pada unit pengolahan limbah cair di PT Pertamina (Persero) RU IV Cilacap yang meliputi: SWS, CPI, dan HB serta RBC yang hanya terdapat di kilang *Paraxylene*.

### 2.1.2 Limbah Air Asam

Limbah berupa air asam (*sour water*) merupakan salah satu jenis limbah cair pengolahan minyak mentah di kilang pemurnian. Umumnya, air asam dihasilkan dari air produksi dan Air terkondensasi. Air produksi merupakan air yang berasal dari *reservoir* dan mengalir ke atas tabung dengan gas. Sedangkan air terkondensasi yaitu air bebas garam yang terkondensasi dari gas setelah gas meninggalkan tempat produksi. Pada kilang minyak, limbah air asam juga dihasilkan dari proses distilasi, sistem pencucian, serta air dari *knockout* dan sistem amina. (Stevens dan Mosher, 2008).

Air asam umumnya mengandung amonia ( $\text{NH}_3$ ), hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dan sedikit  $\text{CO}_2$ . Amonia dan hidrogen sulfida merupakan kontaminan utama air asam yang harus dihilangkan sebelum air tersebut dibuang atau digunakan kembali. Kontaminan akan dihilangkan dari air asam menggunakan unit *stripping* yaitu *Sour Water Stripping* (SWS) (Frederick, Leach & Nayandi, 2018). Apabila kandungan

senyawa dalam limbah air asam melebihi ambang batas maka berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan.

1. Hidrogen Sulfida ( $H_2S$ )

Tingkat keasaman akan meningkat seiring banyaknya jumlah  $H_2S$  yang terkandung. Semakin meningkatnya kandungan  $H_2S$  menyebabkan air menjadi semakin asam. Tekanan parsial  $H_2S$  membuat kandungan  $H_2S$  lebih banyak daripada ammonia sehingga jika tidak diolah dan dihilangkan dari air asam akan menyebabkan kerusakan lingkungan yang sulit ditangani.

2. Amonia ( $NH_3$ )

Kadar ammonia dihasilkan langsung dari kemampuan ammonia menerima proton yang dilepaskan oleh  $H_2S$  yang terdisosiasi dalam larutan. Amonia ( $NH_3$ ). Amonia dalam air limbah terdiri dalam dua bentuk: amonia stabil dan ion amonium. Proses penghilangan amonia stabil dan ion amonium dalam air limbah tergantung pada dua faktor yaitu: pH dan suhu air limbah. Kelarutan amonia dalam air meningkat pada kondisi suhu rendah. Sebagai contoh, pada  $0^\circ C$  pada tekanan atmosfer, 1 volume air dapat melarutkan 1.200 volume amonia, sementara pada  $20^\circ C$  pada tekanan atmosfer, 1 volume air hanya dapat melarutkan 700 volume amonia (David, 2012). Namun, hanya dengan menaikkan suhu, tidak semua amonia dalam air limbah dapat dihilangkan. Sebagian dari ammonia ini akan terpisah lagi ke dalam air untuk membentuk ion ammonium.

## 2.2 Pengolahan Limbah di Pertamina IV Cilacap

Air yang terkontaminasi oleh minyak dari *on site* dan *off site* area pada masing-masing area akan ditampung dalam HB (bak penampung) terdekat sebelum dibuang ke sungai. HB dimaksudkan untuk mengendapkan partikel-partikel padat, serta mengurangi kadar minyak dalam air buangan dan juga memperbaiki air buangan terutama kandungan oksigennya. Kilang PT Pertamina (Persero) RU IV Cilacap, memiliki tiga unit HB, yaitu:

1. HB-39 (Kilang *Paraxylene*)
2. HB-49 (Kilang Minyak I)
3. HB-66 (Kilang Minyak II)

HB dilengkapi fasilitas injeksi udara ( $O^2$ ) untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam air sebelum dibuang ke sungai menggunakan aerator. Proses pada HB ini merupakan proses pengolahan secara fisika yang hanya mengandalkan perbedaan densitas dan gaya gravitasi. Artikel akan mengendap di HB sebagai *sludge*. Umumnya, kandungan minyak di limbah cair pada saat masuk HB sudah berkurang karna telah diproses sebelumnya pada SWS, CPI, dan RBC untuk limbah *paraxylene*.

Secara umum ada tiga tingkatan pengolahan limbah cair, yaitu:

1. *Primary treatment*; menggunakan pengolahan secara fisika untuk mengurangi kadar minyak dan atau suspended oil
2. *Secaondary treatment*; untuk menghilangkan zat pencemar terlarut dengan pengolahan secara kimia atau biologi
3. *Tertiary treatment*; untuk menghilangkan zat pencear residu

Unit-unit pengolah limbah cair yang didesain sesuai karakteristik air limbah sendiri untuk memurnikan atau memanfaatkan kembali air proses atau air pendingin setelah digunakan. Pengolahan limbah cair atau air buangan di PT Pertamina RU IV Cilacap menggunakan proses fisika dan biologi. Proses tersebut dibedakan yaitu:

1. *Oil-Free Water*, yaitu air limbah yang bebas minyak misalnya dari *boiler blowdown*, *cooling water blow down*, dan air hujan yang jatuh di luar area unit proses dan tangki.
2. *Accidentally Oil-Contaminated Water (AOC)*, yaitu air limbah yang jarang atau kecil kemungkinan terkontaminasi minyak misalnya air *cooling water* yang memiliki potensi tercemar minyak dan air hujan yang jatuh di area tangki
3. *Continuously Oil-Contaminated Water (COC)* yaitu air limbah yang hamper dipastikan selalu terkontaminasi minyak misalnya dari unit proses, drain tangki atau pompa, *oil considered*, dan buangan dari laboratorium.

Penanganan limbah karena tipe unit pengolah limbah dapat disesuaikan dengan karakteristik dari limbah tersebut. Ketiga jenis air limbah ini dialirkan ke saluran bawah tanah tersendiri. Limbah COC diolah melalui CPI terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke HB, sedangkan limbah AOC langsung ke HB dan *Oil Free Water* langsung dialirkan ke perairan.

Proses pengolahan air limbah di Kilang Pertamina RU IV Cilacap memiliki perbedaan pada tiap kilangnya tergantung dari bahan baku yang digunakan. Pada Kilang I dan II limbah diolah secara fisika dengan prinsip utama memisahkan air dan minyak. Pada kilang I dan II menggunakan unit SWS, CPI, dan HB 49 serta 66.

Sedangkan kilang *paraxylene* yang menggunakan bahan baku naphta, diolah dengan melibatkan mikroorganisme pengurai minyak yang masih terdapat dalam limbah yakni unit RBC. Unit pengolahan limbah pada masing-masing kilang.

1. Kilang I dan II

a. *Sour Water Stripping* (SWS)

SWS adalah unit pengolahan limbah cair yang digunakan untuk memisahkan gas-gas beracun dan berbau dari aliran air proses bekas sebelum pembuangan ke sungai.

b. CPI

CPI digunakan untuk memisahkan minyak yang terkandung dalam air buangan sehingga tidak terjadi pencemaran oleh minyak. Prinsip CPI adalah pemisahan kandungan minyak dengan adanya perbedaan densitas.

c. HB 49 dan 66

Merupakan sarana mengembalikan atau memperbaiki kualitas air buangan, terutama mengembalikan kandungan oksigen dan menghilangkan kandungan minyak untuk mengurangi kadar minyak dalam air buangan.

2. Kilang *Paraxylene*

a. CPI

Pada kilang *paraxylene*, terdapat dua unit CPI dengan area yang berbeda. CPI I berfungsi memisahkan minyak yang berasal dari area tangki dan pompa di area 80, sedangkan CPI II berada pada area 80. Untuk menampung debit limbah cair dari CPI I dan II maka dibuat unit pengolahan berupa *Activated Sludge Charge Pit* dan *Buffer*.

b. RBC (*Rotating Biological Contactor*)

Air limbah yang telah diolah dalam CPI dialirkan menuju RBC. Mikroorganisme yang menguraikan senyawa organik yang terkandung di dalam air limbah, diakkan di permukaan cakram putar yang bergelombang. Air dari RBC akan menuju *sedimentation Pit* untuk mengendapkan partikel padat. *Sludge* yang terkumpul dialirkan ke *sludge pond*. Sedangkan cairan yang tidak mengandung sludge/partikel padat akan dialirkan ke bubble pit yang terdapat dalam HB paraxylene untuk menyuplai oksigen ke air buangan.

c. HB 39

HB 39 menerima air buangan berasal dari unit RBC dan *cooling water*. Air buangan di HB 39 sudah jernih tidak mengandung *oil water* dan banyak mengandung senyawa organik. Hal ini terlihat dari munculnya buih-buih senyawa organik yang lolos dari RBC. Lolosan minyak yang terjadi umumnya karena kurang optimalnya proses pengolahan sebelum limbah mencapai unit HB sehingga perlu adanya optimalisasi.

### 2.3 Proses *Sour Water Stripping*

*Stripping* merupakan proses pemisahan zat atau partikel terlarut (*solut*) dari fase cair ke fase gas. Pemisahan dilakukan dengan mengontakkan cairan yang berisi *solut* dengan pelarut gas (*stripping agent*) yang tidak larut ke dalam cairan (Jannah, 2014). Proses *stripping* dilakukan dalam kolom *stripper*. Selain memanaskan air asam hingga mencapai titik didihnya, *stripping* dilakukan dengan membalikkan

arah kesetimbangan reaksi kimia dan menurunkan tekanan parsial gas yang dihilangkan dengan memberikan uap berlebih (Weiland dan Hatcher, 2012). Terdapat 2 macam jenis *stripper*, yaitu *stripper* dengan injeksi *steam* dan *Stripper* dengan *Reboiler* (Jannah, 2014).

1. *Stripper* dengan Injeksi *Steam*

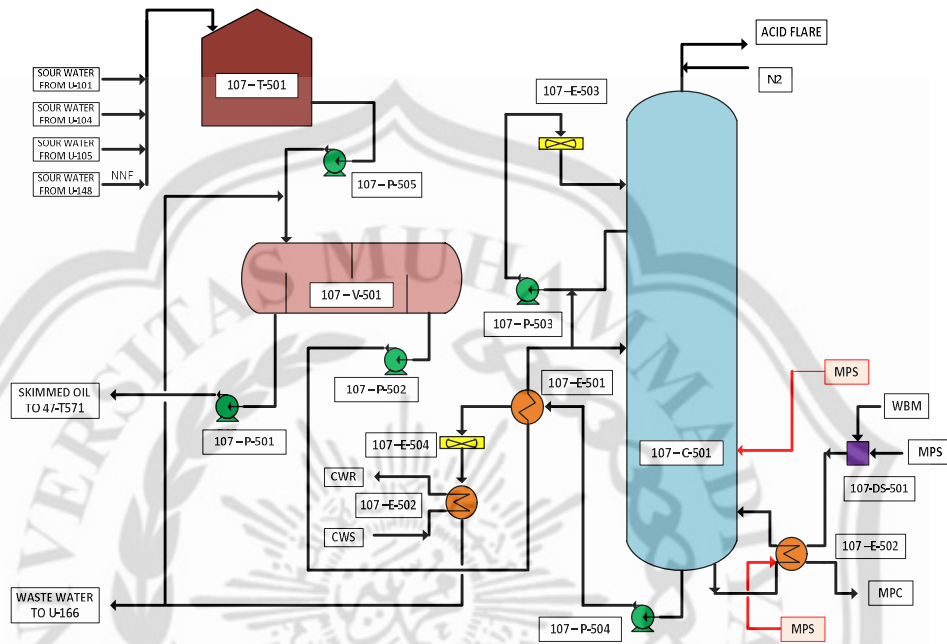
Injeksi *steam* pada *striper* jenis ini bertujuan untuk menurunkan tekanan parsial diatas permukaan cairan, sehingga fraksi ringan yang terikut ke dasar kolom *stripper* akan lebih mudah menguap dan kembali ke kolom fraksinasi.

2. *Stripper* dengan *Reboiler*

Pemanasan kembali pada *bottom* kolom *stripper* jenis ini bertujuan agar terjadinya penguapan. Uap dalam *reboiler* mempunyai Specific Gravity (SG) yang lebih rendah dari pada SG cairan di dasar *stripper*, cairan di dasar *stripper* akan mendorong uap kembali ke *stripper* dan seterusnya menguap kembali ke kolom fraksinasi. *Stripper* dengan *reboiler* ada dua macam, yaitu *Stripper* dengan *Reboiler* Dapur dan *Stripper* dengan *Thermosiphon Reboiler*

*Reboiler* berbentuk seperti dapur banyak digunakan dengan fungsi sebagai pemanas 3 fluida cair dari dasar *stripper* yang masih banyak mengandung fraksi – fraksi ringan yang tidak dikehendaki. Dengan bantuan pompa cairan dilewatkan melalui dapur dan dipanaskan sampai suhu tertentu, sehingga fraksi ringan yang tidak dikehendaki didalam produk

akan teruapkan melalui puncak *stripper*. Dengan menguapkan fraksi ringan maka produk dari dasar *stripper* flash pointnya akan naik (Jannah, 2014).



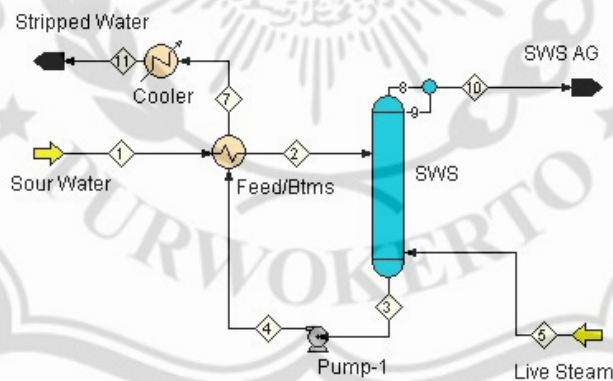
**Gambar 2. 1** Ilustrasi Proses *Reboiler* pada kilang PT Pertamina RU IV

### 3. *Stripper* dengan Thermosiphon *Reboiler*

*Reboiler* jenis ini berbentuk seperti alat penukar panas yang terdiri dari shell and tube dan banyak digunakan pada unit yang mempunyai produk dengan temperatur yang masih tinggi sehingga panasnya dimanfaatkan sebagai *reboiler stripper*. Prinsip kerja *reboiler* ini bekerja atas dasar perbedaan *Specific Gravity* yaitu dengan adanya pemanasan dari media pemanas cairan yang ada pada dasar *stripper*. Cairan yang lebih panas mempunyai *Specific Gravity* lebih kecil, sehingga cairan pada dasar *stripper* mendesak cairan yang berbeda pada alat penukar panas kembali ke

*stripper*, sehingga terjadi aliran pada alat penukar panas tersebut. Dengan adanya aliran tersebut, fraksi ringan yang masih terkandung didasar *stripper* akan naik dan menguap melalui puncak *stripper*. Dengan demikian produk yang diambil dari dasar *stripper* diharapkan sudah sesuai dengan spesifikasinya.

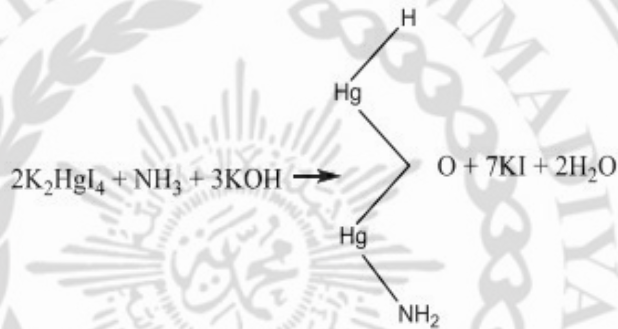
Pada proses pemisahan air asam, stripping dapat menggunakan uap eksternal, uap yang dihasilkan *reboiler* atau bahkan uap *stripping* hidrokarbon panas. Uap tersebut mengubah komposisi kimia dan reaksi kesetimbangan dengan memanaskan air asam. Uap merupakan pelarut gas yang digunakan untuk menghilangkan kandungan amonia dan H<sub>2</sub>S keluar dari sistem. *Stripper* air asam pada gambar 2.1 menunjukkan kolom yang mampu memanaskan dengan bantuan injeksi uap.



**Gambar 2. 2 *Stripper* Air Asam (Weiland dan Hatcher, 2012)**

## 2.4 Analisis Kadar Amonia

Salah satu metode untuk mengidentifikasi senyawa amonia yang terdapat pada sampel ialah menggunakan potassium tetraiodomercurate (II) atau biasa disebut reagen nessler. Sampel yang telah ditambahkan reagen nessler akan membentuknya dispersi koloid yang berwarna kuning atau kuning coklat. Penentuan besarnya kadar amonia mengikuti hukum lambert beer. Intensitas warna yang kemudian dianalisa menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Gova, 2018).



**Gambar 2. 3 Reaksi Amonia dengan reagen nessler (Vogel, 1951)**

Kalium tetraiodomerkurat(II) ialah senyawa anorganik yang terdiri dari kation kalium dan anion tetraiodomerkurat(II). Senyawa ini terutama digunakan sebagai reagen Nessler, suatu larutan 0.09 mol/L kalium tetraiodomerkurat(II) ( $\text{K}_2(\text{HgI}_4)$ ) dalam 2.5 mol/L KOH, digunakan untuk mendeteksi ammonia.

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Pemisahan  $\text{NH}_3$  (amonia) dan  $\text{H}_2\text{S}$  dilakukan pada unit *Sour Water Stripper* (SWS) merupakan salah satu kebutuhan dalam industri pengolahan minyak. Optimalisasi pemisahan  $\text{NH}_3$  dapat dilakukan dengan menggunakan *reboiler*,

injeksi *steam*, dan *condenser parsial*. Addington (2011) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa pemisahan  $\text{NH}_3$  menggunakan *reboiler* menghasilkan 17 ppmw, sedangkan penambahan injeksi *steam* akan menambah penghilangan  $\text{NH}_3$  sebesar 15 ppmw.

Besarnya tekanan injeksi *steam* yang digunakan juga mempengaruhi hasil  $\text{NH}_3$  yang dipisahkan. Percobaan Krishnaswamy dan Ponnani (2012) menunjukkan bahwa tekanan injeksi *steam* yang semakin meningkat tidak berpengaruh terhadap proses penghilangan  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ , dan  $\text{CH}_3\text{OH}$  dari kondensat yang ada di *stripper*. Sedangkan jumlah amonia yang dipisahkan dapat meningkat. Pada percobaan ini menggunakan variasi tekanan *steam* 3; 3,5; 4; dan 4,5 MPa. Hasilnya,  $\text{NH}_3$  yang dapat distrip meningkat dari 1164, 1497, 1727, hingga 1890 ppm.

Dalam penelitian lain, penggunaan injeksi *steam* yang menggunakan *heat exchanger* dapat meningkatkan fraksi massa  $\text{NH}_3$  yang dipisahkan dibandingkan dengan sistem konvensional. Vaida dan Cristea (2016) menggunakan kondisi tetap dimana temperatur *feed*  $62,3^\circ\text{C}$  dan tekanan 300 kPa. Injeksi *steam* langsung dilakukan pada tekanan 290 kPa dan temperatur  $150^\circ\text{C}$ . Pada model yang menggunakan penukar panas eksternal (*Feed Heat External Agent*), *stripper* menghasilkan *temperature bottom* yang lebih besar yaitu  $89,94^\circ\text{C}$  sedangkan pada model konvensional hanya  $60,21^\circ\text{C}$ . Hal ini menghasilkan molar *flow* yang lebih tinggi sehingga *gas steam* yang digunakan juga semakin tinggi. Hal ini membantu proses pemisahan berbagai komponen seperti  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ , dan senyawa organik lainnya. Penambahan *steam* menggunakan *heat exchanger* pada injeksi

*steam* menghasilkan pemisahan fraksi massa  $\text{NH}_3$  0,619, sedangkan model konvensional hanya 0,5722.

