

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Minyak Bumi

Minyak dan gas bumi sampai saat ini masih merupakan sumber energi yang menjadi pilihan utama untuk digunakan pada industri, transportasi, dan rumah tangga. Selain itu, pemanfaatan produk akhir atau produk-produk turunan minyak bumi juga semakin meningkat sehingga peningkatan akan permintaan minyak bumi diseluruh dunia telah mengakibatkan pertumbuhan dan ekspansi pada kegiatan eksplorasi dan pengolahan minyak mentah diberbagai Negara, termasuk Indonesia (Nugroho, A. 2006).

Minyak bumi adalah suatu campuran cairan yang terdiri dari berjuta-juta senyawa kimia, yang paling banyak adalah senyawa hidrokarbon yang terbentuk dari dekomposisi yang dihasilkan oleh fosil tumbuh-tumbuhan dan hewan. Minyak bumi dan derivat minyak bumi menghasilkan bahan bakar kendaraan bermotor, pesawat terbang, dan kereta api. Tumbuhan dan hewan juga menghasilkan minyak pelumas yang dibutuhkan untuk alat-alat mesin industri (William, B.H. 1995).

Minyak bumi bukan merupakan bahan yang seragam, melainkan mempunyai komposisi yang sangat bervariasi, bergantung pada lokasi lapangan minyak dan juga kedalaman sumur. Minyak bumi merupakan senyawa kimia yang terdiri dari unsur-unsur karbon, hidrogen, sulfur, oksigen, halogenida dan logam. Senyawa yang hanya terdiri dari unsur karbon dan hidrogen dikelompokkan

kedalam senyawa hidrokarbon. Senyawa hidrokarbon diklasifikasikan atas naftanik, farafinik, dan aromatik, sedangkan senyawa campuran antara unsur karbon, hidrogen, halogenida dan logam, dikelompokkan dalam senyawa non hidrokarbon (Jasji, E., 1996).

2.2. Komposisi Minyak Bumi

Komposisi kimia dan sifat-sifat minyak mentah sangat bervariasi, tetapi komposisi elemental pada umumnya adalah tetap, yang ditampilkan pada tabel 2.1

Tabel 2.1. Komposisi elemental minyak bumi

Komposisi	Persen (%)
Carbon (C)	84 – 87
Hidrogen (H)	11 – 14
Sulfur (S)	0 – 3
Nitrogen (N)	0 – 1
Oksigen (O)	0 – 2

Sumber: *Branan, C. 2002*

Dalam minyak mentah, konsentrasi sulfur, nitrogen, dan oksigen bertambah sesuai dengan kenaikan titik didih fraksi. Pada umumnya sulfur berada sebagai merkaptan dan sulfide, meskipun terdapat juga H₂S dan sedikit belerang bebas, sebagian besar senyawa belerang berada dalam bentuk besar, selebihnya terdapat dalam senyawa khusus (Branan, C., 2002).

A. Senyawa Hidrokarbon

Berbagai seri hidrokarbon didapatkan dalam minyak bumi. Demikian juga seri lain dari hasil perengkahan dan hidrogenasi. Seri yang utama diketahui dalam minyak bumi adalah:

A.1. Seri Paraffin (C_nH_{2n+2})

Paraffin terdiri dari hidrokarbon rantai jenuh, yaitu hidrokarbon yang memiliki ikatan tunggal. Contoh paraffin adalah metana, etana, heksana dan pentana. Pada temperatur kamar paraffin tidak bereaksi dengan asam kromat yang sangat oksidatif, kecuali yang mengandung atom karbon tersier. Paraffin bereaksi dengan gas klor perlahan-lahan pada sinarmatahari dan dengan klor dan brom jika terdapat katalis. Semua minyak bumi mengandung hidrokarbon paraffin ringan. Paraffin berat dijumpai pada semua minyak bumi, minyak bumi yang bebas lilin mungkin tidak mengandung hidrokarbon paraffin berat. Lilin dapat terdiri dari paraffin hidrokarbon rantai lurus dan rantai bercabang.

A.2. Seri Olefin atau Etilen (C_nH_{2n})

Olefin terdiri dari hidrokarbon rantai tak jenuh, yaitu hidrokarbon yang memiliki ikatan rangkap. Contoh olefin adalah Etana (Etilen), propena, dan butena. Hidrokarbon yang termasuk dalam seri ini dapat bereaksi langsung dengan klor, brom, asam klorida dan asam sulfat, tanpa menggantikan atom hidrogen. Senyawa tak jenuh bereaksi dan melarut dalam asam sulfat, sehingga dapat dihilangkan dari minyak mentah. Olefin dengan titik didih rendah kemungkinan tidak ditemukan dalam minyak mentah, tetapi berada dalam produk perengkehan.

A.3. Seri Naften (C_nH_{2n})

Naften mempunyai formula yang sama dengan Olefin, namun memiliki sifat yang jauh berbeda. Naften adalah senyawa hidrokarbon siklis yang

merupakan senyawa jenuh. Sebelumnya naften disebut dengan *Methilene*, contohnya adalah *tertramethylene*, *pentamethylene* dan *heksamethylene*, sekarang senyawa tersebut disebut siklobutan, siklopentan, dan sikloheksan. Naften tidak memiliki ikatan rangkap sehingga tidak dapat bereaksi secara langsung. Naften juga tidak larut dalam asam sulfat. Naften dijumpai pada hampir semua minyak mentah.

A.4. Seri Aromatik (C_nH_{2n-6})

Seri aromatik disebut juga sebagai seri *Benzene*. Seri ini bersifat aktif karena adanya tiga ikatan rangkap.

A.5. Seri Diolefin (C_nH_{2n-2})

Seri ini hampir sama dengan seri olefin, kecuali adanya dua atom hidrogen yang hilang atau adanya dua ikatan rangkap pada tiap molekul. Ikatan rangkap tersebut menyebabkan seri ini bersifat sangat aktif. Diolefin cenderung untuk mengalami Polimerisasi atau berkombinasi dengan molekul tidak jenuh lainnya membentuk padatan seperti *gum* dengan berat molekul yang tinggi. *Diolefin* dan bentuk *gum* nya dapat ditemukan pada *cracked gasoline* yang belum diolah lebih lanjut, namun tidak terdapat minyak mentah. *Diolefin* dapat dipolimerisasi dan hilangkan dengan menggunakan asam sulfat.

A.6. Seri Siklik (C_nH_{2n-4} , nH_{2n-8} , CH_{2n-8} , dst)

Literatur mengindikasikan bahwa seri ini cukup mendominasi pada minyak dengan titik didih yang tinggi, seperti *gas oil* dan *lubricating oil*.

B. Senyawa Non Hidrokarbon

Berbagai senyawa non hidrokarbon terdapat dalam minyak mentah dan dalam aliran sebagai hasil pengilangan. Yang terpenting adalah senyawa belerang, nitrogen, oksigen. *Traces* senyawa logam dapat menyebabkan permasalahan dalam proses katalitik. Untuk proses perubahan katalitik (*Catalytic reforming*), sangat penting untuk mengontrol kandungan belerang dan vanadium dalam umpan untuk mencegah keracunan katalis.

B.1. Senyawa Sulfur

Konsentrasi senyawa sulfur bervariasi dari suatu minyak bumi dengan yang lain. Minyak mentah bersifat asam (*sour*), mengandung hidrogen sulfide atau mengandung belerang tinggi sebagai minyak yang asam. Minyak mentah diklarifikasikan asam jika kandungan hidrogen sulfida terlarut sebesar 0.005 cuft per seratus gallon minyak. Untuk minyak mentah dengan belerang tinggi, mengandung presentase senyawa belerang tinggi. Sebagai contoh suatu minyak mentah dengan kandungan 5% berat belerang, hampir setengah dari senyawa minyak mengandung belerang. Telah terbukti bahwa minyak bumi dengan densitas lebih tinggi mengandung belerang semakin tinggi. Senyawa belerang dalam minyak bumi adalah kompleks, dan biasanya tidak stabil oleh panas. Senyawa belerang menurunkan kemampuan susceptibilitas *gasoline* pada TEL. Senyawa belerang yang tidak bersifat tidak asam dapat dihilangkan dengan *hydrotreating*. Belerang biasanya terdapat dalam minyak mentah dan dalam aliran produk pengilangan dalam bentuk senyawa

hidrogen sulfida, marcapatan alifik, sulfida alifik, siklik desulfida alifik, desulfida aromatik, polisulfida, tiopena dan homolognya. Persentase belerang dalam minyak mentah bervariasi dari mendekati untuk minyak mentah dengan API *gravity* tinggi sampai 7,5 % dalam minyak mentah berat. Jika persentase belerang tinggi berarti sebagian besar senyawa dalam minyak mentah mengandung belerang.

B.2. Senyawa Nitrogen

Kandungan nitrogen hampir dalam semua minyak mentah adalah rendah, biasanya kurang dari 0,1% berat. Kandungan nitrogen dalam fraksi dengan titik didih tinggi adalah tinggi. Senyawa nitrogen stabil terhadap panas, sehingga kandungan Nitrogen dalam fraksi ringan sangat rendah. Ada beberapa tipe utama untuk senyawa hidrokarbon-nitrogen dan mempunyai struktur lebih kompleks dibandingkan dengan senyawa hidrokarbon-sulfur. Senyawa nitrogen dalam minyak bumi dapat diklasifikasikan menurut sifat basa atau tidak. Beberapa tipe senyawa nitrogen yang dapat diisolasi antara lain adalah *Pyridines*, *quinolines*, *isoquinolines*, *acridines*, *pyrolines* dan *indoles*. Proses hydrotreating digunakan untuk menurunkan kandungan nitrogen untuk umpan pada proses katalis, karena senyawa nitrogen merupakan racun bagi katalis.

B.3. Senyawa Oksigen

Senyawa oksigen dalam minyak mentah pada umumnya lebih kompleks dari pada senyawa belerang. Biasanya adalah asam karboksilat, fenol dan kresol (*cresylic acid*), amida, keton, dan benzofuran. Aspal banyak mengandung

senyawa oksigen tinggi. Karena sifat asam dari senyawa oksigen, maka senyawa tersebut akan mudah terpisah dari minyak mentah. Kandungan total; asam dalam minyak bumi bervariasi dari 0,003% (minyak bumi dari Irak dan Mesir) sampai 3% dalam minyak bumi Kalifornia. Asam naftenat yang memberikan keasaman dalam minyak mentah adalah senyawa penting untuk Petrokimia. Dalam fraksi *gas oil*, terdapat asam karboksilat dari rantai lurus alkyl-sikloparafin. Ekstraksi dengan kaustik menghasilkan Na-naftenat. Senyawa oksigen tidak menyebabkan masalah serius seperti halnya senyawa belerang dan senyawa nitrogen pada proses-proses katalis.

B.4. Senyawa Logam

Logam dalam minyak mentah berada dalam bentuk garam terlarut dalam air yang tersuspensi dalam minyak atau dalam bentuk senyawa organometalik dan sabun logam (*metal soap*). Sabun logam kalsium dan magnesium adalah zat aktif permukaan (*surface active agent*) dan bertindak sebagai penstabil emulsi (*emulsi stabilizer*). Elemen logam yang sering terdapat dalam minyak bumi antara lain : Fe, Al, Ca, Mg, Ni dan Vanadium tidak dikehendaki berada dalam umpan untuk proses katalik karena vanadium meracuni katalis. Adanya vanadium dapat dimonitor dengan teknik *emission* dan *atomic absorption*. (Meyers, R.,1999).

2.3. Proses Pengolahan Minyak Bumi di Kilang Minyak

Kilang minyak (*oil refinery*) adalah pabrik/fasilitas industri yang mengolah minyak mentah menjadi produk *petroleum* yang bisa langsung digunakan maupun produk-produk lain yang menjadi bahan baku bagi industri

petrokimia. Produk-produk utama yang dihasilkan dari kilang minyak antara lain: minyak nafta, bensin (*gasoline*), bahan bakar diesel, minyak tanah (*kerosene*), dan elpiji. Kilang minyak merupakan fasilitas industri yang sangat kompleks dengan berbagai jenis peralatan proses dan fasilitas pendukungnya. Selain itu, pembangunannya juga membutuhkan biaya yang sangat besar. Kilang minyak merupakan salah satu bagian downstream paling penting pada industri minyak bumi.

Minyak mentah yang baru dipompakan ke luar dari tanah dan belum diproses umumnya tidak begitu bermanfaat. Agar dapat dimanfaatkan secara optimal, minyak mentah tersebut harus diproses terlebih dahulu di dalam kilang minyak. Minyak mentah merupakan campuran yang amat kompleks yang tersusun dari berbagai senyawa hidrokarbon. Di dalam kilang minyak tersebut, minyak mentah akan mengalami sejumlah proses yang akan memurnikan dan mengubah struktur dan komposisinya sehingga diperoleh produk yang bermanfaat. Secara garis besar, proses yang berlangsung di dalam kilang minyak dapat digolongkan menjadi 5 bagian, yaitu:

1. Proses Distilasi, yaitu proses penyulingan berdasarkan perbedaan titik didih; Proses ini berlangsung di Kolom Distilasi Atmosferik dan Kolom Destilasi Vakum.
2. Proses Konversi, yaitu proses untuk mengubah ukuran dan struktur senyawa hidrokarbon. Termasuk dalam proses ini adalah:
 - a. Dekomposisi dengan cara perengkahan termal dan katalis (*thermal and catalytic cracking*)

- b. Unifikasi melalui proses alkilasi dan polimerisasi
 - c. Alterasi melalui proses isomerisasi dan *catalytic reforming*
3. Proses Pengolahan (*treatment*). Proses ini dimaksudkan untuk menyiapkan fraksi-fraksi hidrokarbon untuk diolah lebih lanjut, juga untuk diolah menjadi produk akhir.
 4. Formulasi dan Pencampuran (*Blending*), yaitu proses pencampuran fraksi-fraksi hidrokarbon dan penambahan bahan aditif untuk mendapatkan produk akhir dengan spesifikasi tertentu.
 5. Proses-proses lainnya, antara lain meliputi: pengolahan limbah, proses penghilangan air asin (*sour-water stripping*), proses pemerolehan kembali sulfur (*sulphur recovery*), proses pemanasan, proses pendinginan, proses pembuatan hidrogen, dan proses-proses pendukung lainnya.

Tabel 2.2 Tahapan Pengolahan Minyak Mentah Melalui Unit Proses

No.	Jenis Proses	Unit Proses	Tujuan Proses	Hasil Akhir
1.	Pencampuran minyak bumi	Tangki minyak bumi	Membuat kualitas merata	Minyak Bumi siap diolah
2.	Persiapan	<i>Desalter</i>	Menurunkan water, menurunkan garam	Minyak yang siap diproses
3.	Pemisahan (Distilasi)	<i>Crude Distiling Unit (CDU)</i> <i>High Vacuum Unit (HVU)</i>	Pemisah primer berdasar titik didih	LPG, <i>naphtha</i> , <i>kerosene</i> , solar, LVGO, HVGO, <i>long residu</i> , <i>short residu</i>
4.	Konversi (Cracking, Reforming)	FCC, RFCC, <i>Delayed Coker</i> ,	Perengkahan, Pembentukan/ <i>Reforming</i>	LPG, <i>naphtha</i> , premium, avtur, solar, <i>bottoms</i> ,

No.	Jenis Proses	Unit Proses	Tujuan Proses	Hasil Akhir
		<i>Visbreaker,</i> <i>Platforming</i>		<i>propylene,</i> <i>Freen Coke</i>
5.	Perbaikan Kualitas	HDS	Perbaikan kualitas	Solar sulfur rendah (kualitas tinggi)
6.	Pencampuran Produk	Blending	Memaksimumkan <i>marketable</i> produk	LPG, Premium 88, Pertamina, Pertadex, <i>Fuel Oil</i>

2.4. Sour Water

Sour water terbentuk dari *crude columns* atmosferik dan *vacuum crude towers* ketika uap untuk stripping dikondensasi dan dihilangkan dengan sistem kondensasi *overhead*. *Sour water* juga terbentuk dari peralatan seperti *ejector* dan kondensor barometrik yang dirancang untuk mempertahankan kondisi vakum di dalam *column*. Pada unit *Cracking* termal dan katalitik, *sour water* diproduksi sebagai kondensat dari uap yang digunakan dalam injeksi, *stripping* dan aerasi. *Hydrotreater wash water* juga merupakan sumber utama *sour water*.

Sour water adalah larutan yang terdiri dari NH_3 dan H_2S yang bisa mengandung 10.000 ppm H_2S . Perbandingan NH_3 dan H_2S umumnya sebesar 1:2. Umpan dengan viskositas tinggi yang kaya akan sulfur membentuk H_2S konsentrasi tinggi saat proses hidrogenasi sedangkan ammonia (NH_3) terbentuk dari proses hidrogenasi senyawa nitrogen organik.

Armstrong et. al., (1996) dalam Bellen (2009) menjelaskan bahwa Sistem *sour water* tidak memiliki laju alir dan komposisi yang konstan. Setiap limbah yang larut dalam air diproduksi di kilang, baik secara terus menerus maupun berselang akan dibuang menuju sistem ini. Berdasarkan Stevens dan Mosher (2008), kondisi *sour water* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Spesifikasi *sour water*

Komponen	Jumlah
H ₂ S	300-12.000 ppm
NH ₃	100-8.000 ppm
Fenol	Hingga 200 ppm

2.5. Proses *Stripping*

Stripping adalah proses pemisahan fisik dimana satu atau lebih komponen dikeluarkan dari suatu aliran fase cair oleh aliran uap. *Stripping* biasanya dilakukan dalam coloumn dengan *tray* atau *packing* (Seader dan Henley, 2006). *Stripping* bekerja berdasarkan transfer massa. Tujuan dari proses ini adalah untuk membuat kondisi agar komponen yang diinginkan pada umpan fase cair berpindah ke fase uap. Maka dari itu, proses ini melibatkan antar muka gas cair yang harus dilewati komponen tersebut.

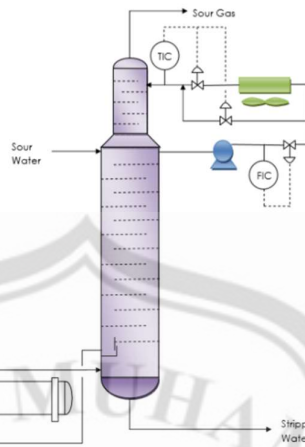
Menara dengan *tray* sudah umum untuk digunakan dalam *sour water stripper* (SWS), namun menara dengan *packing* mulai digunakan karena mampu menghasilkan air yang relatif jernih. Sedangkan *tray tower* lebih tahan terhadap *fouling* karena laju alir horizontal yang diberikan ketika aliran fase gas

meninggalkan *valves* cenderung membersihkan area di sekitar *valves* (Hauer dan Kirkey, 2003 dalam Weiland dan Hatcher, 2012).

Menurut Bellen (2009) terdapat dua jenis SWS, yaitu *steam stripper* dan *reboiled stripper*:

a. *Steam Stripper*

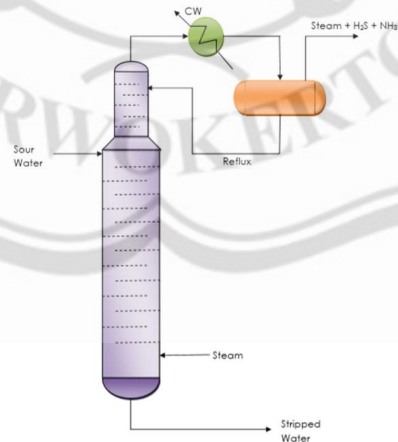
Pada *stripper* jenis ini, media yang digunakan adalah uap. Kondisi operasinya bervariasi mulai 1 hingga 50 psig dan dari 100 hingga 270 °C. Sebagian besar *stripping steam* digunakan untuk memanaskan *sour water* dari 180 hingga 230 °C. Panas yang digunakan adalah panas laten dari uap. Sebagian *stripping steam* digunakan untuk melepas ikatan antara H₂O dan H₂S serta ikatan antara H₂O dan NH₃. Ketika senyawa tersebut larut dalam air, dihasilkan panas yang disebut panas larutan. Supaya komponen-komponen tersebut dapat dihilangkan dari air, jumlah panas yang sama harus disediakan di dalam larutan. Panas tersebut didapat dari panas laten dari uap yang terkondensasi di sepanjang *tray* dalam menara. Sebagian *stripping steam* terkondensasi di *condenser overhead*. Uap yang terkondensasi yang terakumulasi dalam *reflux drum* seluruhnya dialirkan kembali ke *tray* bagian atas dari menara. Sebagian kecil *stripping steam* akan tertinggal bersama gas H₂S dan NH₃. Apabila digunakan *stripper* jenis ini, perlu ditambahkan kondensat uap pada *stripped water*, sehingga dapat meningkatkan aliran keluaran air (Lieberman, 2003 dalam Bellen, 2009).



Gambar 2.1. *Steam stripper* (Bellen, 2009)

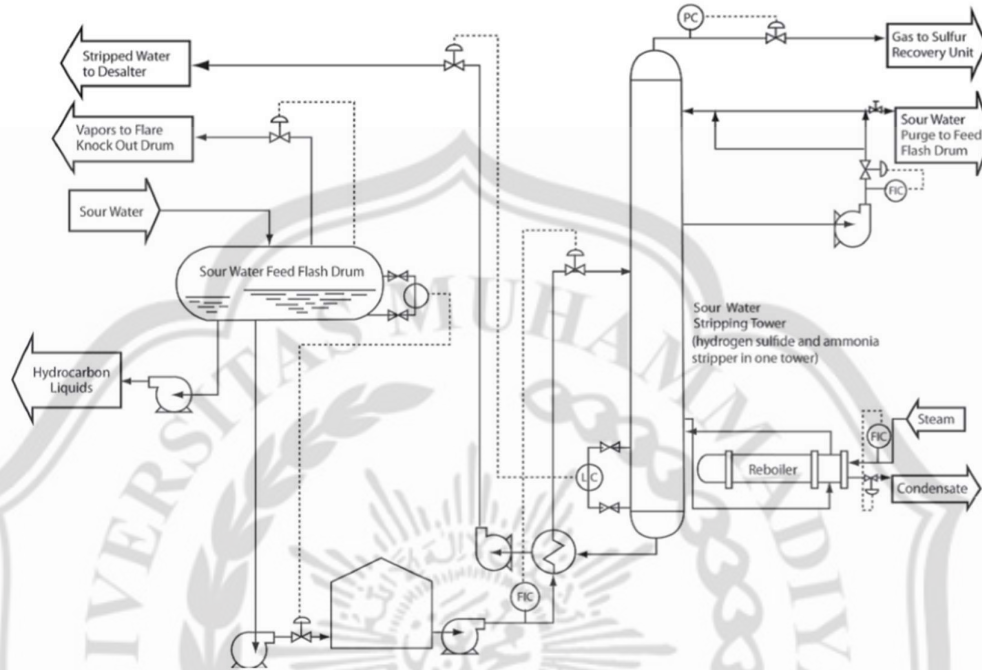
b. *Reboiled Stripper*

Pada *stripper* jenis ini diperlukan jumlah uap yang sama dengan *steam stripper*. Keuntungan dari *stripper* jenis ini adalah kondensat uap dapat digunakan kembali ke *boiler*. Namun, *fouling* yang terjadi pada *reboiler* sulit dikontrol (Lieberman, 2003 dalam Bellen, 2009). Selain itu, *reboiled strippers* membutuhkan biaya investasi yang lebih tinggi (Bellen, 2009).



Gambar 2.2 *Reboiled stripper* (Bellen, 2009)

c. *Stripping ammonia.*



Gambar 2.4. Proses *sour water stripping* (Yokogawa Electric Corporation, 2016)

Pada proses degasifikasi, umpan *sour water* didinginkan dan dialirkan menuju *flash drum* untuk menghilangkan hidrogen terlarut dan hidrokarbon ringan lainnya. Hidrokarbon tersebut kemudian dipompa menuju *slop system* agar dapat di proses ulang. Sedangkan *sour water* hasil degasifikasi dialirkan menuju *stabilizer tank* yang digunakan untuk meningkatkan waktu tinggal *sour water* agar campuran lebih homogen. Apabila hal ini tidak dilakukan dan komposisi *sour water* berubah secara signifikan, *stripper* tidak akan mampu beroperasi dengan baik dan akan menyebabkan komposisi produk yang buruk (Armstrong et. al. 1996 dalam Bellen, 2009).

Sour water dari *stabilizer tank* kemudian dipanaskan sebelum masuk SWS. Terdapat beberapa metode *sour water stripping* yang dapat digunakan. Sebagian besar cara dengan mengalirkan *sour water* pada *tray column* atau *packing column* dengan *stripping steam* atau gas untuk menghilangkan H₂S dan NH₃ (Beychock, 1967). *Steam* yang digunakan dapat berupa steam dari system utilitas atau dari *reboiler*. *Reboiler* memanaskan *sour water* pada tekanan operasi menara minimum dengan menggunakan panas laten dari *low pressure steam* (LPS) sebagai media pemanas.

H₂S, NH₃ dan steam yang naik pada bagian pendingin di menara didinginkan dengan *sour water* yang dipompa masuk pada tengah menara. Suhu dijaga pada 180 °C karena pada suhu lebih tinggi akan menyebabkan *carry over* kondensat menuju *over head* akibat laju alir vapor yang tinggi. Sebaliknya, pada suhu lebih rendah dapat menyebabkan penghilangan H₂S yang kurang optimal.

Air yang sudah selesai melalui proses *stripping* yang berada di bagian bawah menara dialirkan menuju alat penukar panas untuk didinginkan menggunakan umpan *sour water* yang akan diproses. Proses penghilangan fenol sangat minim pada SWS, namun apabila diproses dengan *desalter*, kandungan fenol akan berkurang secara substansial (Bellen, 2009).

2.6. Penelitian Terdahulu

Lee *et. all.* (2001) menjelaskan bahwa *sour water* terutama dimurnikan dengan *steam stripper*. Saat ini *steam stripper* sangat menarik karena kualitas air limbah dan penghematan energi menjadi semakin penting. Dalam penelitian ini diusulkan beberapa pedoman yang dapat meningkatkan kinerja *stripper*. Simulasi

steady state digunakan untuk mengetahui kondisi operasi yang optimal. Dan simulasi dinamis dilakukan untuk menyelidiki respon transien pada gangguan dan untuk memecahkan masalah kontrol ketika komposisi NH_3 dalam pakan meningkat. Struktur yang diusulkan yang menggunakan pendingin antar menunjukkan kinerja kontrol yang lebih baik daripada fasilitas yang ada

Daniel Sujo-Nava *et. all.* (2009) menjelaskan tentang skema penggunaan kembali air proses bertujuan untuk mengurangi jumlah air yang terkontaminasi H_2S dan NH_3 . Skema diusulkan mengurangi penggunaan energi yg terkait, dan Pprtimbangan khusus perlu diambil ketika menangani aliran mengandung kadar sianida yang signifikan dengan amonia dan hidrogen sulfida dikarenakan untuk meminimalisir korosi.

Min Zhu *et. all.* (2016) menjelaskan tentang penipisan pada *elbow* pipa disebabkan oleh menurunnya suhu air asam dikarenakan meningkatnya komponen H_2S dan NH_3 sehingga mudah untuk membentuk konsentrasi tinggi NH_4HS , dan menyebabkan korosi erosi kritis dalam cairan yang mengalir.

Haitem Hassan-Beck *et. all.* (2019) menyebutkan bahwa korosi erosi terjadi oleh dampak tetesan cairan yang terperangkap oleh aliran gas dan diperburuk oleh kehadiran hidrogen sulfida dan pembentukan skala besi sulfida, yang kemudian dihapus secara mekanis karena erosi. Ini akan menjadi proses berulang perbaikan dan penghapusan skala, yang akan mempercepat laju korosi dan karenanya menyebabkan penipisan logam parah.

Dardor *et. all.* (2019) membahas tentang pengolahan *sour water*. Selama proses ekstraksi dan produksi gas alam, biasanya dihasilkan hidrogen Sulfida

(H₂S). Seringkali aliran H₂S tersebut mengalir dan disebut dengan *sour water*. Pengolahan *sour water* diperlukan sebelum dibuang atau digunakan kembali. Ada beberapa Teknik pengolahan yang biasa digunakan, antara lain konvensional *stripping* dan penambahan bahan kimia. Membran hidrofobik adalah teknologi alternatif untuk pengolahan *sour water*. Pada hidrofobik membran, gas terlarut, termasuk H₂S, dapat melewatinya sementara air akan dipertahankan.

