

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Landasan teori digunakan sebagai sumber teori yang dijadikan dasar penelitian. Sumber tersebut memberikan kerangka atau dasar untuk memahami latar belakang timbulnya permasalahan secara sistematis. Landasan teori juga penting untuk mengkaji dari penelitian yang sudah ada mengenai pengaruh *circulating pump* dan *burner* terhadap optimalisasi kinerja *Thermal Oil Heater*. Pada landasan teori ini akan dijelaskan tentang dasar-dasar dari *Thermal Oil Heater* penjelasan dari *circulating pump* dan *burner*.

1. Tinjauan Teori

a. *Thermal Oil Heater*

Thermal oil adalah salah satu *thermal fluid* yang paling banyak digunakan pada berbagai aplikasi dan industri di mana suhu tinggi diperlukan. Beberapa produk digunakan dalam aplikasi antariksa, otomotif, perkapalan ataupun militer. Aplikasi lain pada alat proses, engine, kompresor, pompa piston, roda gigi dan sebagainya. *Thermal oil* juga banyak digunakan dalam aplikasi makanan, minuman dan industri farmasi (Nothern Innovation, 2010:5). Sistem yang mengandalkan panas minyak dari hasil pemanasan pada

thermal oil heater ini tidak hanya digunakan pada dunia *maritime* atau perkapalan saja, tetapi digunakan pada industri yang lain juga seperti industri kimia, fasilitas manufaktur tekstil, pengolahan makanan, *laundries*, aplikasi kelautan, produksi minyak dan gas, pengolahan kayu, pengolahan plastik & karet, pengolahan logam, kertas dan kardus, bahan bangunan.

Minyak panas atau cairan transfer panas banyak digunakan untuk membawa energi panas dalam proses pemanasan, kerja logam dan aplikasi pendinginan mesin. Mereka terutama digunakan dalam aplikasi proses suhu tinggi di mana suhu operasi cairan curah optimum antara 150°C dan 400°C lebih aman dan lebih efisien dari pada uap, listrik, atau metode pemanasan api langsung. Thermal oil juga memiliki kelebihan untuk dapat digunakan pada beberapa tingkatan suhu sekaligus. Misalnya sebuah Thermal oil heater dengan suhu operasional 300 0C, dapat dipergunakan untuk sirkuit thermal oil lain dengan 3 suhu operasi : 300 °C, 240°C, 150 °C dengan masing-2 temperatur mempunyai sirkuitnya sendiri-sendiri.

1) Aplikasi *Thermal Oil*.

Transfer panas menggunakan cairan apapun dapat dianggap sebagai cairan *thermal*. Air adalah cairan *thermal* yang paling efektif dan banyak digunakan dengan efisiensi

transfer panas tinggi dan mudah dikendalikan. Namun, batasan utamanya adalah bahwa pada suhu diatas 100°C mulai mendidih, menjadi uap dan karenanya hanya dapat digunakan sebagai sistem bertekanan, memaksakan pembatasan penggunaan untuk memastikan operasi yang aman (Northen Innovation, 2010:5)

Minyak termal memungkinkan penggunaan sistem perpindahan panas bertekanan rendah untuk mencapai suhu tinggi yang seharusnya memerlukan sistem uap tekanan tinggi. Sistem steam tunduk pada persyaratan peraturan dan peraturan karena risiko yang melekat dari tekanan dan peningkatan biaya instalasi dan persyaratan pemeriksaan asuransi rutin.

2) Jenis minyak *Thermal*

Ada beberapa jenis minyak transfer panas yang tersedia di pasaran. Pendingin sirkulasi, cairan pendingin, anti beku, dan pendingin digunakan untuk menyediakan pendinginan di dalam mesin, peralatan proses atau mesin pembakaran. Minyak panas, minyak pemanas dan minyak panas lainnya digunakan untuk menyediakan atau mentransfer panas ke wilayah dekat mesin atau peralatan proses. Minyak transfer panas suhu tinggi dapat

dikategorikan oleh struktur kimia menjadi tiga kelompok utama yaitu:

a) Sintetik

Sintetik, juga disebut sebagai (aromatik), adalah cairan buatan, yang khusus dirancang untuk aplikasi perpindahan panas. Mereka terdiri dari struktur berbasis benzena dan termasuk cairan difenil oksida / bifenil, difenilmetana, dibenzyltoluenes, dan terphenyls. Mereka diformulasikan dari senyawa organik dan anorganik alkalin dan digunakan dalam bentuk diencerkan dengan konsentrasi mulai dari 3% hingga 10%. Ada banyak keuntungan dari sintesis atas minyak panas atau non-sintetik termasuk suhu yang lebih tinggi dan perpindahan panas, dengan sintesis mampu memperoleh suhu operasi yang aman di wilayah 400°C , sedangkan non-sintesis hanya stabil secara termal hingga suhu maksimum 300°C . Namun mereka lebih mahal untuk dibeli karena kualitas dan efisiensinya lebih bagus. Sebagai aturan umum, semakin suatu tinggi suhu cairan ruah, suatu cairan dinilai semakin tinggi biaya cairan. Sintetik yang dinilai untuk penggunaan di atas 340°C dua hingga tiga kali dinilai lebih mahal daripada rata-rata minyak panas yang dinilai hingga 300°C (Nothern Innovation, 2010:6).

b) Minyak panas

Ketika minyak mentah diekstraksi dari bumi, minyak panas mengandung campuran senyawa organik yang sangat banyak, yang berkisar dari hidrokarbon yang sangat ringan hingga spesies dengan berat molekul yang sangat tinggi. Di kilang minyak mentah disuling dan berbagai distilasi 'pemotongan' berkisar dari fraksi ringan (pelarut gas dan cahaya), bahan bakar (minyak gas), potongan pelumas, dan traksi berat (bahan bakar minyak berat dan aspal).

Minyak panas berasal dari potongan pelumas dan setelah penyulingan lebih lanjut, minyak panas dipilih untuk viskositas (yang sebagian mendefinisikan sifat transfer panas) dan stabilitas, dan dicap dan dipasarkan sebagai cairan transfer panas. Keseluruhan rentang suhu cairan curah dari cairan berbasis minyak bumi adalah dari 20°C hingga lebih dari 300°C. Minyak panas menawarkan keuntungan substansial dibanding sintetis dalam biaya, kemudahan penanganan dan pembuangan.

Selain itu, cairan yang berbasis minyak bumi tidak membentuk sebuah produk sampingan degradasi berbahaya dan tidak memiliki bau yang begitu

menyinggung. Namun, minyak panas kurang stabil secara termal pada suhu tinggi karena mengandung tingkat tertentu un-saturasi (ikatan ganda) dan menjadi lebih reaktif, secara kimia daripada produk minyak bumi yang lebih halus, lebih rentan terhadap degradasi oksidatif (Nothern Innovation, 2010:6).

c) Silikon

Cairan berbasis silikon, dan untuk cairan *glikol hibrida* yang lebih besar, terutama digunakan dalam aplikasi khusus yang membutuhkan kompatibilitas proses atau produk. Faktor kinerja dan kerugian faktor grup ini dalam rentang temperatur komparatif dari sintetis dan minyak panas membuat cairan berbasis silikon dan cairan khusus lainnya tidak mungkin dipilih untuk sebagian besar aplikasi proses (Nothern Innovation, 2010:7).

b. Efisiensi perpindahan panas

Perbandingan efisiensi perpindahan panas antara minyak transfer panas dibuat menggunakan koefisien perpindahan panas. Semakin tinggi koefisien perpindahan panas, semakin besar kemampuan minyak untuk melakukan dan mentransfer panas. Pada suhu tertentu, koefisien perpindahan panas keseluruhan cairan dapat dihitung menggunakan densitas, viskositas,

konduktivitas termal dan panas spesifik pada kecepatan aliran yang ditentukan dan diameter pipa. Koefisien perpindahan panas yang dihasilkan kemudian dapat dievaluasi dan dibandingkan.

Pada suhu tertentu, koefisien perpindahan panas dari jenis cairan dapat berbeda sebanyak 30%. Tergantung pada faktor ketahanan *thermal* dari komponen lain dalam sistem, minyak dengan keuntungan koefisien perpindahan panas substansial dapat memungkinkan pengurangan ukuran peralatan sistem. Mengganti cairan pemindahan panas yang ada dengan cairan panas yang lebih efisien dapat secara signifikan meningkatkan output produksi atau mengurangi biaya energi.

Sebagian besar minyak sintetis memiliki keuntungan yang signifikan dalam efisiensi perpindahan panas di atas minyak panas dari 150°C hingga 260°C. Di atas rentang temperatur ini (hingga 310°C) cairan *petroleum* mempersempit selisih sedikit dengan sejumlah pilihan minyak putih paraffin atau *naphthenic* yang sangat halus yang memiliki sedikit keuntungan efisiensi di atas *aromatics mid-range* (Nothern Innovation, 2010:8).

c. Viskositas Kinetik

Viskositas kinetik adalah waktu yang diperlukan untuk jumlah tetap cairan atau minyak mengalir melalui tabung kapiler di bawah gaya gravitasi. Ini secara efektif mengukur kemampuan

cairan mengalir. Sangat penting bahwa minyak cukup tipis untuk mengalir melalui sistem sementara masih memiliki transfer panas yang efektif (Nothern Innovation, 2010:9).

d. Titik Pemompaan

Titik yang dapat dipompa didefinisikan sebagai suhu di mana viskositas suatu cairan mencapai titik di mana pompa sentrifugal tidak dapat lagi mengalirkan cairan. Meskipun sebagian besar aplikasi proses suhu tinggi berjalan pada suhu curah jauh di atas minyak panas dan titik-titik pompa cairan sintetis, desain sistem yang mungkin menghadapi cuaca dingin selama pemadaman darurat, penghentian perawatan, atau mengoperasikan proses batch dalam iklim dingin, harus mempertimbangkan poin daya pompa (Nothern Innovation, 2010:9).

e. *Circulating Pump*

Untuk membantu kinerja *thermal oil*, dibutuhkan beberapa perangkat sebagai sirkulasi minyak panas yaitu menggunakan *circulating pump* atau pompa sirkulasi. Pompa sirkulasi sangat menunjang sekali bagi kinerja *thermal oil* karena merupakan salah satu perangkat penting bagi *thermal oil*. Pompa sirkulasi mengalirkan minyak panas untuk kebutuhan kamar mesin sebagai pemanas.

1) Pompa

Pompa dapat didefinisikan lebih lanjut sebagai mesin yang menggunakan beberapa transformasi energi untuk meningkatkan tekanan cairan. Paling umum, ini adalah listrik yang digunakan untuk menyalakan motor listrik. Bentuk energi alternatif yang digunakan untuk menggerakkan pengemudi termasuk uap bertekanan tinggi untuk menggerakkan turbin uap, bahan bakar minyak untuk menyalakan mesin diesel, cairan hidrolis bertekanan tinggi untuk menyalakan motor hidrolis, dan udara terkompresi untuk menggerakkan motor udara. Terlepas dari jenis driver untuk pompa sentrifugal, energi input diubah dalam driver menjadi energi mekanik berputar, yang terdiri dari poros output driver, beroperasi pada kecepatan tertentu, dan mengirimkan torsi tertentu. Daya yang ditransmisikan dari penggerak ke pompa adalah fungsi dari kecepatan putar kali torsi. Ini adalah transformasi energi kedua dalam pompa, di mana daya input digunakan untuk menaikkan energi kinetik dari cairan.

Energi kinetik adalah fungsi massa dan kecepatan. Mengangkat kecepatan cairan meningkatkan energi kinetiknya. Setelah cairan meninggalkan impeller, tetapi sebelum keluar dari pompa, transformasi energi terakhir

terjadi dalam proses difusi. Perluasan area aliran menyebabkan kecepatan cairan menurun ke lebih dari saat memasuki pompa, tetapi jauh di bawah kecepatan maksimumnya di ujung impeller. Difusi ini mengubah sebagian dari energi kecepatan menjadi energi tekanan (Volk, 2008:1)

2) Klasifikasi pompa

Ada banyak cara untuk mengklasifikasikan pompa: sesuai dengan fungsinya, kondisi layanan mereka, bahan konstruksi, dll. Klasifikasi ini membagi pompa sebagai berikut:

a) Prinsip penambahan energi

Klasifikasi pertama sesuai dengan prinsip dimana energi ditambahkan ke cairan. Ada dua kelas pompa yang luas, yang didefinisikan di bawah ini.

i). Kinetik

Dalam pompa kinetik (juga disebut rotodynamic), energi terus ditambahkan ke cairan untuk meningkatkan kecepatannya. Ketika kecepatan cairan kemudian dikurangi, ini menghasilkan peningkatan tekanan. Meskipun ada beberapa jenis pompa khusus yang termasuk dalam klasifikasi ini, untuk sebagian

besar klasifikasi ini terdiri dari pompa sentrifugal (Volk, 2008:4)

ii). Perpindahan Positif

Dalam pompa PD, energi secara berkala ditambahkan ke cairan dengan penerapan langsung gaya ke satu atau lebih volume cairan yang dapat dipindahkan. Hal ini menyebabkan peningkatan tekanan hingga nilai yang diperlukan untuk memindahkan cairan melalui port di jalur pembuangan. Poin penting di sini adalah bahwa penambahan energi bersifat periodik (yaitu, tidak berkelanjutan) dan bahwa ada aplikasi langsung kekuatan untuk cairan. Ini paling mudah divisualisasikan melalui contoh piston atau pompa plunger reciprocating. Ketika piston atau plunger bergerak bolak-balik dalam silinder, ia memberikan gaya langsung pada cairan, yang menyebabkan peningkatan tekanan cairan (Volk, 2008:4).

b) Penambahan energi

Tingkat kedua klasifikasi pompa berkaitan dengan sarana yang digunakan untuk penambahan energi. Dalam kategori kinetik, pengaturan yang paling umum adalah pompa sentrifugal. Pengaturan lain termasuk turbin

regeneratif (juga disebut pompa perifer) dan pompa khusus seperti pompa jet yang menggunakan eductor untuk membawa air keluar dari sumur. Dalam kategori PD, dua subkategori yang paling umum adalah pompa reciprocating dan rotary (Volk, 2008:6).

c) Geometri

Tingkat sisa klasifikasi pada pompa ketiga berurusan dengan geometri tertentu yang digunakan. Dengan pompa sentrifugal, variasi geometri harus dilakukan dengan dukungan *impeller* (*impeler overhung* vs *impeller* antara bantalan), orientasi rotor, jumlah *impeller* atau tahapan, bagaimana pompa dipasangkan ke motor, bantalan pompa, bagaimana *casing* pompa dikonfigurasi, dan pengaturan pemasangan pompa. (Volk, 2008:6).

3) Pompa sentrifugal

Pada penelitian ini salah satu variabel yg dibahas adalah *circulating pump* atau pompa sirkulasi untuk *thermal oil heater*. Pompa ini termasuk jenis pompa sentrifugal. Pompa sentrifugal adalah salah satu pompa yang umum digunakan dalam memenuhi kebutuhan air dalam kehidupan sehari-hari. Pompa sentrifugal terdiri dari impeler yang

melekat dan berputar dengan poros dan casing yang membungkus impeller. Dalam pompa sentrifugal, cairan dipaksa masuk ke sisi inlet casing pompa oleh tekanan atmosfer atau tekanan hulu. Saat impeller berputar, cairan bergerak ke arah sisi pengeluaran pompa. Ini menciptakan area tekanan kosong atau berkurang di saluran masuk impeller. Tekanan pada inlet casing pompa, yang lebih tinggi dari tekanan yang dikurangi ini pada saluran masuk impeller, memaksa cairan tambahan ke dalam impeller untuk mengisi kekosongan.

Jika pipa yang menuju ke saluran masuk pompa mengandung gas tak terkondensasi seperti udara, maka pengurangan tekanan di saluran masuk *impeller* hanya menyebabkan gas mengembang, dan tekanan hisap tidak memaksa cairan masuk ke dalam saluran masuk impeller. Akibatnya, tidak suatu ada aksi pemompaan yang dapat terjadi kecuali gas yang tak dapat dicerna ini pertama kali dihilangkan, sebuah proses yang dikenal sebagai priming pompa. Hal ini dilakukan untuk mencegah kerusakan pompa.

Dengan pengecualian dari jenis pompa sentrifugal tertentu yang disebut pompa sentrifugal selfpriming, pompa sentrifugal tidak secara *inheren self-priming*, jika mereka secara fisik terletak lebih tinggi dari tingkat cairan yang akan

dipompa. Yaitu, pipa hisap dan sisi inlet dari pompa sentrifugal yang tidak self-priming harus diisi dengan cairan yang tidak dapat dikompresi dan ventilasi udara dan gas tak terkondensasi lainnya sebelum pompa dapat dimulai. Pompa self-priming dirancang untuk terlebih dahulu menghilangkan udara atau gas lainnya di jalur hisap, dan kemudian memompa dengan cara konvensional. Jika uap cairan yang dipompa hadir di sisi hisap pompa, ini menghasilkan kavitasi, yang dapat menyebabkan kerusakan serius pada pompa. Setelah mencapai impeller yang berputar, cairan yang masuk ke pompa bergerak di sepanjang baling-baling *impeller*, meningkatkan kecepatan *impeller* saat berjalan. Baling-baling dalam pompa sentrifugal biasanya melengkung ke belakang ke arah rotasi. Beberapa jenis khusus pompa *impeller* memiliki baling-baling yang lurus dan bukan melengkung.. Ketika cairan meninggalkan ujung *outlet* baling-baling *impeller* itu pada kecepatan maksimum, kecepatan khas dan perubahan suatu tekanan dalam pompa sentrifugal ketika cairan bergerak melalui jalur aliran pompa.

Setelah cairan meninggalkan ujung *impeller*, ia masuk ke *casing*, di mana terjadi perluasan area *cross-sectional*. Daerah yang diperluas ini diimbangi dalam banyak pompa oleh aliran tambahan yang diarahkan ke *casing* oleh baling-

baling impeller berputar, sehingga ada area di sepanjang jalur aliran tersebut di mana kecepatan dan tekanan netral di bagian *casing* ini. Melanjutkan melalui jalur aliran di sisa *casing*, desain *casing* memastikan bahwa area *cross-sectional* dari aliran mengalir meningkat ketika cairan bergerak melalui *casing* (Volk, 2008:6).

f. *Burner*

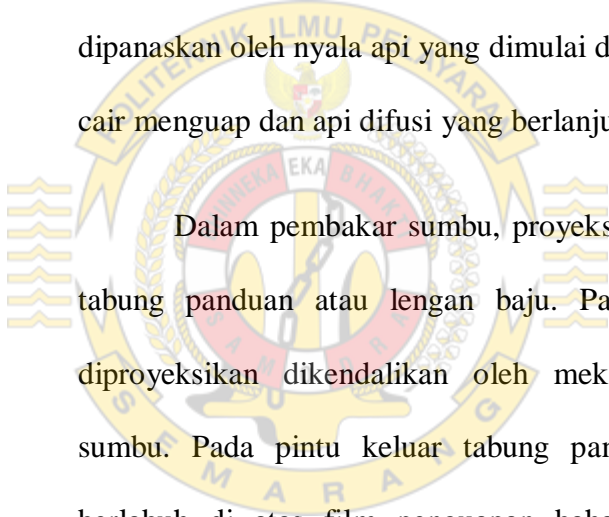
Pada *thermal oil* ini jenis *burner* yang digunakan adalah *burner* bahan bakar cair, yaitu menggunakan bahan bakar berjenis DO (Diesel oil). Berbagai jenis *burner* bahan bakar cair dan kompor disajikan. Istilah *burner* dan kompor dapat digunakan secara bergantian, karena ukuran adalah satu-satun yang jadi perbedaan di antara keduanya. istilah *burner* dalam konteks aplikasi industri dan istilah tungku dalam konteks aplikasi domestic (Raghavan, 2018:139).

Pembakar bahan bakar cair dapat diklasifikasikan berdasarkan mekanisme yang digunakan untuk menguapkan bahan bakar cair dan untuk mencampur uap bahan bakar dengan oksidator, sebagai berikut: (Raghavan, 2018:139)

1) *Wick burner*

Wick burner digunakan sebagai lampu dan kompor masak di daerah pedesaan dan stasiun berkemah. Di sini,

sumbu digunakan untuk memasok bahan bakar cair dalam wadah ke zona api. Umumnya, sumbu terdiri dari bahan kain seperti kapas dan juga dikonsumsi, namun pada tingkat yang jauh lebih lambat. Biasanya, bahan bakar cair seperti minyak tanah, alkohol dan minyak nabati digunakan dalam pembakar sumbu. Prinsip kerja yang terlibat dalam pembakar sumbu sangat mirip dengan lilin. Film bahan bakar tipis terbentuk di permukaan sumbu yang jenuh dengan bahan bakar dan dipanaskan oleh nyala api yang dimulai di ujung sumbu. Film cair menguap dan api difusi yang berlanjut di ujung sumbu.



Dalam pembakar sumbu, proyeksi sumbu keluar dari tabung panduan atau lengan baju. Panjang sumbu yang diproyeksikan dikendalikan oleh mekanisme pengangkat sumbu. Pada pintu keluar tabung panduan, nyala difusi berlabuh di atas film penguapan bahan bakar cair yang terbentuk di permukaan sumbu. Juga kandang logam berlubang disimpan mengelilingi zona api hingga ketinggian tertentu. Ini dipanaskan oleh nyala api dan juga membantu dalam pemanasan awal udara yang masuk. Hasilnya, kinerja pembakaran meningkat dan semakin membaik. Atau, sumbu datar penampang persegi panjang juga digunakan di tempat sumbu silinder. Api akan menyala mengikuti arah sumbu tersebut (Raghavan, 2018:140).

2) *Pre-vaporizing burner*

Pada jenis burner ini, bahan bakar cair yang mudah menguap seperti metanol, etanol, bensin, minyak tanah dan nafta sudah diuapkan sebelumnya di ruang atau pipa terpisah dan uap yang dihasilkan dipasok ke ruang bakar. Penukar panas kecil digunakan untuk menguapkan bahan bakar cair. Bahan bakar cair diperbolehkan melewati tabung atau kumparan, yang dipanaskan oleh produk pembakaran panas sebelum meninggalkan ruang bakar. Penukar panas dirancang sedemikian rupa sehingga bahan bakar cair menguap pada tingkat stabil di mana uap disalurkan ke ruang bakar. Ini dilakukan dengan menyediakan panas yang masuk awal dan panas laten penguapan. Pembakar pra-penguapan digunakan dalam aplikasi seperti obor tiup, kompor bahan bakar bertekanan cair, ruang pembakaran turbin gas dan pembakaran awal pra-penguapan. Sebuah sketsa burner pra-penguapan sederhana ditunjukkan pada. Di sini, bahan bakar cair dari tangki bertekanan dimasukkan melalui tabung logam melingkar, yang melewati zona api. Dalam aplikasi domestik, tangki bahan bakar cair dapat ditekan menggunakan pompa tangan kecil. Bahan bakar primer seperti alkohol atau nafta digunakan untuk membuat api difusi, yang memanaskan tabung pembawa bahan bakar dan ruang nosel awalnya.

Bahan bakar menguap dan keluar melalui nosel dengan kecepatan tinggi. Momentum dari jet uap secara alami menahan udara dari atmosfer dan uap bahan bakar dan campuran udara secara menyeluruh (Raghavan, 2018:143).

3) *Vaporizing burner*

Pada jenis burner ini, bahan bakar cair langsung dimasukkan ke dalam ruang bakar, di mana ia menguap dan kemudian terbakar. Burner menguap digunakan dalam pemanas udara, air dan pemanas ruangan boiler. Minyak tanah dan alkohol adalah bahan bakar umum yang digunakan dalam pembakar ini. Sangat penting bahwa bahan bakar cair dapat diuapkan sangat cepat segera setelah memasuki ruang bakar. Untuk memfasilitasi ini, film tipis bahan bakar cair terbentuk di atas permukaan panas di dalam ruang bakar. Film bahan bakar cair dapat dibentuk dengan menggunakan pot, pemintal sentrifugal atau cangkir berputar dan sumbu. Dengan definisi ini, pembakar sumbu juga dapat diklasifikasikan dalam kategori pembakar penguapan. Biasanya asbes atau wicking agen keramik digunakan dalam menguapkan pembakar untuk menghasilkan film bahan bakar. Jumlah oksidator yang cukup diberikan ke dalam ruang bakar dengan menggunakan mekanisme rancangan alami atau paksa (Raghavan, 2018:144).

4) *Porous burner*

Pembakar yang disebut radiant, yang sepenuhnya aerated inert porous burner dan memanfaatkan berbagai bahan bakar gas, mencapai efisiensi pembakaran yang tinggi dan emisi rendah. Ketika bahan bakar cair digunakan dalam pembakar tersebut, penguapan yang ditingkatkan diikuti oleh pembakaran dengan intensitas tinggi (output pancaran tinggi) tercapai. Porositas memberikan baik peningkatan luas permukaan maupun waktu tinggal yang lebih lama untuk proses penguapan dan pembakaran. Awalnya, lapisan bahan berpori dipanaskan menggunakan bahan bakar primer yang mudah menguap. Bahan bakar cair disemprotkan ke bagian bawah tempat tidur berpori yang panas, sehingga menembus ke dalam pori-pori dan menguap di dalam tempat pembakaran (Raghavan, 2018:145).

5) *Atomizing burner*

Pembakar yang dijelaskan sejauh ini hanya dapat digunakan dengan bahan bakar cair sedang atau sangat mudah menguap. Sangat sulit untuk menguapkan minyak berat seperti solar dan bahan bakar minyak dari tingkat yang berbeda dengan laju yang stabil yang dimaksudkan untuk membakar. Juga, minyak ini bersifat multi-komponen dan menampilkan karakteristik penguapan yang tidak seragam.

Oleh karena itu, praktik ini memecah bahan bakar cair menjadi tetesan kecil, sehingga rasio permukaan terhadap volume keseluruhan meningkat sehingga menghasilkan penguapan yang lebih cepat. Misalnya, jika droplet berdiameter 10 mm dipecah menjadi 106 droplet masing-masing dengan diameter 100 mikron (0,1 mm), luas permukaan meningkat dengan faktor 100. Atomisasi adalah proses yang digunakan untuk meluruhkan cairan menjadi tetesan kecil, yang dapat menguap dan membakar pada tingkat yang diperlukan dalam ruang pembakaran semprot (Raghavan, 2018:147).

2. Tinjauan Penelitian

Adapun contoh penelitian yang membahas *thermal oil heater* sebagai berikut:

- a. Haifa Wahyu (2012:131) meneliti pengaruh “Kandungan mampu bakar dalam buangan abu terhadap efisiensi sistem *thermal oil heater*”. Dalam sistem *thermal* menggunakan bahan bakar batu bara, kinerja sebenarnya dari sistem yang dibangun mungkin tidak sesuai dengan spesifikasi desain. Dengan mengesampingkan cacat desain, perbedaan dalam kinerja biasanya disebabkan oleh jenis batubara yang digunakan dan masalah operasional. Kualitas batubara dapat berbeda dari waktu ke waktu dan mungkin batu bara yang digunakan tidak sesuai

sistem. Masalah operasional seperti ketidak teraturan dalam aliran udara dapat mempengaruhi efisiensi pembakaran. Efek dari dua faktor ini dapat ditentukan dengan analisis computational menggunakan isi dari abu yang dibuang. Pekerjaan ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sebenarnya dari sistem thermal oil dibandingkan dengan spesifikasi desain dengan menghitung jumlah kerugian dari jumlah bahan bakar yang dibuang.

- b. Bade & Bandyopadhyay (2015) meneliti tentang “Pemodelan energi dari sistem memasak *thermal oil*”. Peluang penghematan energi lebih dalam sistem terintegrasi daripada individu, yang mengurangi biaya bahan bakar dan meningkatkan jejak yang lebih hijau (Bade dan Bandyopadhyay, 2014 dalam Bade & Bandyopadhyay, 2015). Integrasi ini tidak langsung menggunakan *intermediate fluids* seperti menghentikan permukaan murah untuk transfer panas. Biasanya, *latentheatofin* digunakan untuk tujuan proses pemanasan, yang menawarkan lebih sedikit peluang transfer panas dibandingkan dengan minyak *thermal* untuk rentang temperatur yang sama (Bade dan Bandyopadhyay, 2014 dalam Bade & Bandyopadhyay, 2015) dan beroperasi dalam kondisi iklim yang ekstrim. Dalam makalah ini, energi model dikembangkan untuk sistem memasak berbasis minyak termal. Model ini dapat digunakan lebih lanjut untuk menganalisis sistem memasak dan untuk mensintesis berbagai

peluang konservasi energi. Sistem memasak berbasis minyak *thermal* didirikan di Prajapita Brahmakumaris Ishwariya Vishwa Vidyalaya, Shantivan, Abu Road, Rajasthan, India pada tahun 2011. Sistem ini adalah fasilitas memasak unik yang canggih dengan fitur tambahan seperti keamanan, kontrol, kebersihan, dan lingkungan memasak yang ditingkatkan untuk kapasitas makan maksimum 40 000 orang. Tentunya sangat menguntungkan sekali, efisien dan ramah lingkungan. Sistem berbasis *thermal oil* ini tidak menggunakan air, sehingga bermanfaat di daerah yang langka air atau yang sedang mengalami krisis air di samping keuntungan lainnya. Model energi yang diusulkan sangat membantu untuk simulasi skema konservasi energi. Skema konservasi energi yang disajikan bergeser sejajar dengan konfigurasi paralel seri penukar panas meningkatkan kemampuan transfer panas karena peningkatan laju aliran minyak termal dengan peningkatan daya pemompaan yang diabaikan. Ini menunjukkan penghematan bahan bakar dengan waktu pengembalian modal sederhana 1,63 tahun.

- c. Barma, Riaz, Saidur, & Long (2015) meneliti tentang “perkiraan pembangkit listrik *thermoelectric* dengan memulihkan limbah panas dari *thermal oil heater*”. Dalam penelitian ini sumber panas adalah suhu gas buang tinggi *Thermal Oil Heater* (TOH). *Plat heat sink* sirip di sisi panas dari modul TEG digunakan

untuk memasok jumlah yang cukup panas dan menjaga suhu tinggi pada sisi panas. Ada tiga bagian dalam model ini, sisi panas, sisi dingin dan TEG itu sendiri. Tahanan panas di kedua sisi terdiri dari resistensi antarmuka termal (R_i), material tahanan panas (R_m), dan tahanan panas convectional (R_{conv}). Antarmuka tahanan panas (R_i) adalah karena adanya antarmuka dalam sistem, tahanan panas bahan (R_m) adalah karena dasar pelat susunan sirip dan tahanan panas conventional (R_{conv}) adalah karena cairan menjadi padat atau solid untuk perpindahan panas fluida. Kapasitas *thermal oil heater* adalah 14 MW. Suhu gas buang rata-rata sekitar 573 K. suhu dan komponen gas buang berubah dengan cepat, karena pemberian biomassa tidak stabil. Gas buang masuk ke cerobong melalui saluran dan sebelum masuk ke cerobong melewati preheater udara (APH) dan water preheater (WPH). Untuk menghasilkan listrik dari energy panas gas buang suhu cukup tinggi, modul TEG diusulkan untuk di tempatkan sebelum APH dan WPH pada heat sink plate fin digunakan untuk meningkatkan kinerja saluran gas buang.

B. Hipotesis Penelitian

1. Pengaruh *Circulating pump* terhadap kinerja *thermal oil heater*.

Circulating pump merupakan pompa bertekanan tinggi yang berjenis pompa sentrifugal. Fungsi pompa ini untuk mensirkulasi

minyak panas dari *thermal oil heater* menuju ke media pemanas untuk kebutuhan di kapal. *Circulating pump* sangat berperan penting pada kinerja *thermal oil heater*, karena merupakan salah satu media sirkulasi minyak panas. Bila minyak panas tidak bersirkulasi dengan baik, kinerja *thermal* menjadi terhambat, minyak panas tidak teraliri dengan baik sehingga kebutuhan pemanas pada kamar mesin tidak terpenuhi. Hal ini menunjukkan *circulating pump* berperan penting pada kinerja *thermal oil heater*. Berdasarkan uraian tersebut, terdapat hubungan positif antara *circulating pump* dengan kinerja *thermal oil heater* sehingga dapat di hipotesiskan:

H₁ : *circulating pump* berpengaruh positif terhadap kinerja *thermal oil heater*.

2. Pengaruh *Burner* terhadap kinerja *thermal oil heater*.

Burner merupakan salah satu hal penting dalam kinerja *thermal oil*, karena pada proses pembakaran atau pemanasan hanya menggunakan sumber api pada *burner*. Pada *thermal oil*, *burner* berfungsi sebagai sumber pembakaran yang berbahan bakar DO. Jika terjadi kerusakan pada *burner* ini, *thermal oil* tidak akan bekerja dengan optimal. Tingkat suhu pemanas tidak maksimal yang menghambat proses pemanasan bahan bakar dan lainnya. Permasalahan sering terjadi pada *burner* terletak pada *nozzle* dan *filter* bahan bakar yang kotor. Hal ini menunjukkan *burner* berperan penting pada kinerja *thermal oil heater*. Berdasarkan uraian tersebut,

terdapat hubungan positif antara burner terhadap kinerja *thermal oil heater* sehingga dapat di hipotesiskan:

H₂ : Burner berpengaruh positif terhadap kinerja *thermal oil heater*.

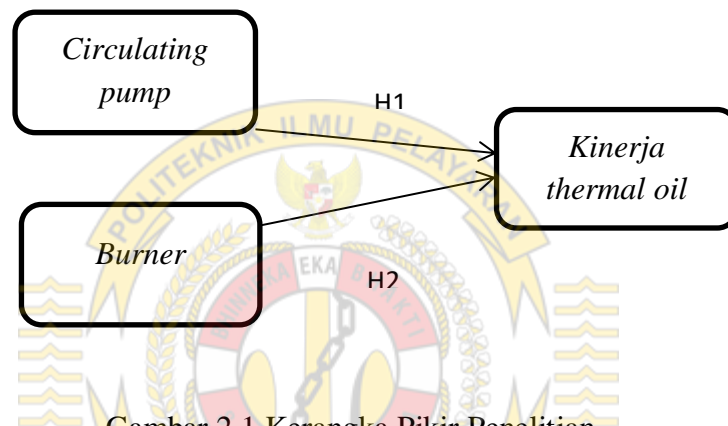
3. Pengaruh *Circulating pump* dan *burner* terhadap kinerja *thermal oil heater*.

Untuk menunjang kinerja *thermal oil heater* di butuhkan sebuah alat bantu yang berperang penting. *Circulating pump* dan burner merupakan alat yang berperan penting pada kinerja *thermal oil heater*. Sebagaimana mestinya sebuah pemanas di perlukan suatu alat untuk membantu sistem pembakaran agar minyak menjadi panas dan mencapai suhu yang di capai. *Burner* adalah sumber pemanas dari *thermal oil heater*, yang beroperasi menggunakan bahan bakar DO di alirkan oleh pompa bahan bakar. Kinerja *thermal oil* sangat bergantung pada *burner* sebagai pembakar minyak panas. Sedangkan media sirkulasi minyak panas adalah *circulating pump*. Alat ini berfungsi untuk mensirkulasikan minyak panas dari *thermal oil heater*. Kebutuhan pemanas di kapal MT. Sei Pakning salah satunya bergantung pada *circulating pump* karena hanya alat ini yang dapat mensirkulasikan minyak panas dari *thermal oil heater*. Ada 2 *circulating pump* yang bekerja salah satu dan satu untuk *standby*. Berdasarkan uraian tersebut, terdapat hubungan positif antara *circulating pump* dan *burner* dengan kinerja *thermal oil heater* sehingga dapat di hipotesiskan:

H₃ : *Circulating pump* dan *burner* berpengaruh positif terhadap kinerja *thermal oil heater*.

C. Kerangka Pikir Penelitian

Untuk mempermudah penulisan dalam memecahkan masalah, maka dibuat kerangka pikir ini. Berikut adalah gambar dari kerangka pikir yang dibuat oleh peneliti di jelaskan:



Gambar 2.1 Kerangka Pikir Penelitian.

Pada kerangka pikir diatas digambarkan oleh peneliti, bahwa suatu karya ilmiah harus dilengkapi dengan kerangka pikir. Dijelaskan variabel *circulating pump* dan *burner* merupakan faktor yang mempengaruhi kinerja *thermal oil heater*. Penelitian juga membuat bagaimana upaya yang dilakukan agar *thermal oil heater* dapat bekerja secara optimal.

D. Definisi Operasional

Untuk memudahkan pembahasan penelitian, adapun pengertian dan istilah di jelaskan oleh penulis yang terdapat dalam pembahasan pada penelitian ini, diantaranya sebagai berikut:

1. Pompa

pompa adalah mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan melalui sistem perpipaan dan untuk meningkatkan tekanan cairan

2. Pompa sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah pompa yang mengubah energi kinetik impeller yang berputar menjadi energi tekan fluida. prinsip kerjanya menaikkan tekanan cairan dengan memanipulasi kecepatan, gaya sentrifugal dan mentransformasikan gaya tersebut ke impeller yang berputar di dalam casing untuk membuat perbedaan tekanan pada sisi hisap (*suction*) dan tekan (*discharge*). Kinerja pompa ditentukan oleh head, kapasitas dan efisiensi. Head adalah kemampuan dari pompa untuk mengangkut fluida, kapasitas adalah jumlah volume fluida yang berpindah atau dialirkan dalam satuan waktu, efisiensi adalah perbandingan daya pompa dibandingkan dengan energy yang dibutuhkan oleh motor penggerak untuk menjalankan pompa.

3. Burner

Burner adalah komponen penting dari *thermal oil heater* karena *burner* adalah tempat terjadinya pembakaran. Prinsip pembakaran adalah percampuran antara bahan bakar, oksigen dan juga pemantik. Umumnya bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar cair (minyak solar dan minyak bakar) atau juga gas.