

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan pustaka

Landasan teori digunakan sebagai sumber teori yang dijadikan dasar dari penelitian, pada bab ini diuraikan landasan teori yang berkaitan dengan judul skripsi “Optimalisasi kinerja sistem *reverse sea water osmosis* di MV. TSS. Pioneer 5”.

1. Pengertian Optimalisasi

Untuk mengatasi permasalahan dalam studi kasus ini, konsep yang harus dipahami yaitu optimalisasi. Optimalisasi adalah suatu proses yang dilakukan dengan cara terbaik dalam suatu pekerjaan untuk mendapatkan hasil dan keuntungan tanpa adanya harus mengurangi kualitas dari pekerjaan tersebut.

Menurut buku yang berjudul “*Management*” karya Ricky W.Griffin (2004:199) optimalisasi adalah menyeimbangkan dan merekonsiliasi kemungkinan-kemungkinan diantara tujuan, karena tujuan yang satu mungkin saling bertentangan dengan tujuan yang lainnya. Kita harus mencari ketidak konsistenan dan memutuskan apakah mengejar satu tujuan hingga mengesampingkan yang lain untuk menemukan suatu target menengah diantara kedua tujuan yang berlawanan tersebut.

2. *System Reverse Sea Water Osmosis*

a. Pengertian *System Reverse Sea Water Osmosis*

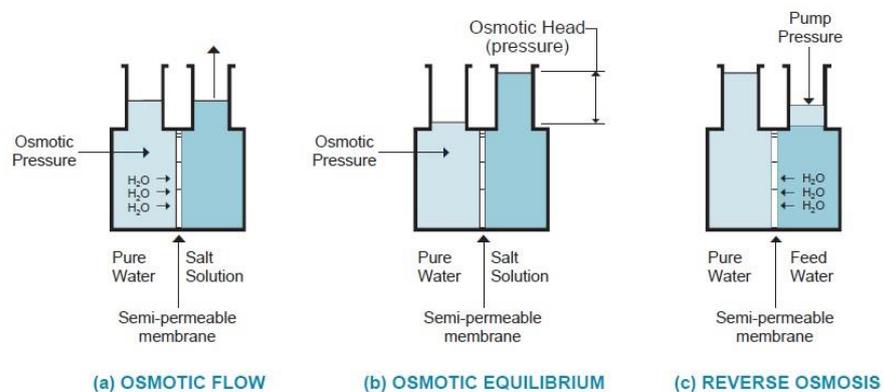
Adalah proses alami ketika dua cairan dengan konsentrasi yang berbeda dipisahkan oleh sebuah *membrane semipermeabel*. Cairan memiliki kecenderungan untuk bergerak dari konsentrasi rendah ke konsentrasi zat terlarut tinggi untuk keseimbangan potensial kimia. Tekanan yang membuat proses *Osmosis* adalah tekanan osmotik.

Osmosis terdapat pada fenomena alam yang terjadi dalam sel makhluk hidup. Membran semipermeabel adalah membran sel atau membran apa pun yang memiliki struktur yang mirip atau bagian dari membran sel.

Proses *Osmosis* dapat dihentikan bahkan proses *Osmosis* juga dapat dibalikkan arahnya dengan menerapkan tekanan yang lebih besar dari tekanan osmotik larutan. Proses ini dinamakan *Osmosis* balik (*Reverse Osmosis*). Tekanan lebih besar dari tekanan osmotik dapat dihasilkan dari tekanan pompa yang dapat digunakan untuk menghentikan tekanan osmotik. Dan dirubah menjadi tekanan balik untuk menghasilkan air tawar.

b. *Reverse Osmosis*

Menurut Hartomo (1994:35), *Reverse Osmosis* adalah suatu metode penyaringan yang dapat menyaring berbagai molekul besar dan ion-ion dari suatu larutan dengan cara memberi tekanan pada larutan ketika larutan itu berada di salah satu sisi membran seleksi (lapisan penyaring). Proses tersebut menjadikan zat terlarut terendap di lapisan yang dialiri tekanan sehingga zat pelarut murni bisa mengalir ke lapisan berikutnya. Membran seleksi itu harus bersifat selektif atau bisa memilah yang artinya bisa dilewati zat pelarutnya (atau bagian lebih kecil dari larutan) tapi tidak bisa dilewati zat terlarut seperti molekul berukuran besar dan ion-ion.



Gambar 2.1 Prinsip Dasar Osmosis

(Sumber :www.reverseosmosis.com)

Proses *Reverse Osmosis* memaksa pelarut dari daerah konsentrasi zat terlarut tinggi melalui *membrane semipermeabel* ke daerah konsentrasi zat terlarut rendah dengan menerapkan tekanan melebihi tekanan osmotik. Aplikasi terbesar dan paling penting dari *Reverse Osmosis* adalah pemisahan air murni dari air laut dan air payau.

2. Bagian – bagian *reverse sea water osmosis*

a. Filter Pasir

Slow sand filter merupakan filter pasir lambat menggunakan media pasir. Proses filtrasi yang lambat ini menyebabkan terbentuknya lapisan mikroorganisme. Lapisan ini yang menyebabkan terjadinya proses biologis. Pada tahun 1950-1960an dulu, menjernihkan air sumur misalnya, ditempuh dengan cara sederhana misalnya, yakni melewati air ke beberapa bak. Bak pertama penambahan tawas/aluminium sulfat. Dengan cara tersebut maka kandungan besi akan berubah menjadi bersifat koloid, yang kemudian mengendap dan berwarna kuning kecoklatan. Koloid lainpun turut menggumpal dan mengendap.

b. Membran

Menurut Hartomo (1994:48) manusia berilmu karena meniru alam, juga dalam hal proses membran. Membran adalah selaput yang memisahkan dua zat atau konsentrasi yang berbeda. Membran alamiah ditubuh manusia seperti membran sekeliling inti sel, organ dalam sel, juga saraf dan lain lain. Yang paling jelas yaitu kulit yang sedemikian luas yang dapat mengontrol penguapan dan pendinginan, pelindung terhadap infeksi. Oleh karena itulah pada tahun 1950-an group Reid Breton (Florida) dan Loeb Surirajan (UCLA) menemukan cara pembuatan membran CA asimetrik yang efisien dan efektif.

Selain itu, sifat semipermeabel ini juga berguna untuk mencegah zat-zat yang tidak berguna dan berbahaya masuk kedalam sistem selanjutnya yang sangat mempengaruhi kualitas air tawar hasil

produksi. Jika membran tidak bersifat semipermeabel atau membran mengalami penurunan fungsi sebagai pembatas maka akan sangat berpengaruh pada hasil keluaran air tawar yang akan berdampak pada kualitas air tawar seperti pH dan bisa dimungkinkan patogen dan bakteri masih terdapat pada air tawar hasil produksi. Membran memiliki beberapa jenis diantaranya yaitu:

1) *Tubular Membrane Filter*

Membran jenis ini yang dipasang pada bagian dalam pipa. Walaupun relatif mahal tetapi sifat tahan terhadap *fouling* (penyumbatan) dan mudah dicuci atau dibersihkan. Membran dengan bentuk pipa tidak ekonomis bagi pengelola air minum tapi sangat efisien untuk limbah industri.

2) *Plat dan Kerangka.*

Membran ini berstruktur lapis-lapis antar plat bentuk persegi atau bulat. Modulnya serupa dengan *filter pressure*. Walau jarang digunakan untuk pemurnian air, tetapi membran ini memiliki berbagai keunggulan yaitu mudah pengoperasannya, tak terlalu peka terhadap kondisi larutan umpan, tak terlalu tergantung pada ekonomi proses terhadap usia (awet).

3) *Spiral Membrane Filter.*

Modul membran spiral berbentuk lembaran yang banyak dikembangkan untuk menghilangkan padatan terlarut pada sebuah larutan berbentuk lembaran datar yang terdiri dari lapisan membran semipermeabel. Salah satu lembar terdiri dari dua lembar membran

ditempatkan kembali dibelakang dan dipisahkan oleh *spacer* (pemisah) yang menyerap terlarut.

4) *Hollow Fiber Membrane Filter*.

Modul ini terdiri dari serat berongga membran, yang merupakan tabung panjang dan sangat sempit yang dibuat sedemikian rupa menyerupai membran sel pada makhluk hidup. Membran ini terdiri dari ratusan bahkan melebihi puluhan ribu fiber serat.

5) Pompa

Pompa adalah suatu alat atau mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui suatu media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus, pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk dengan bagian keluar. Dengan kata lain, pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran.

Istilah pompa di dalam kehidupan sehari-hari yang kita kenal pada umumnya menyebutkan suatu alat yang di gunakan untuk memompa baik zat cair maupun udara dinamakan pompa.

Pompa pada sistem *Reverse Osmosis* berfungsi sebagai pemberi tekanan untuk menghentikan tekanan osmotik di dalam membran dan merubahnya menjadi tekanan balik dari air laut menjadi air tawar melewati membran yang bersifat semipermeabel. Jenis tekanan pompa umumnya menggunakan plunyer dan axial. Karena pompa tersebut memiliki RPM yang lebih rendah yang akan mengurangi tingkat korosi dan keausan pada pompa. Terlebih apabila menggunakan RPM rendah akan mencegah terjadinya kavitasi.

6) *Filter Cartidge*

Berfungsi sebagai pelindung dari membran dari kandungan kandungan benda asing yang tidak diperbolehkan masuk ke dalam membran. Berbentuk tabung yang berisikan filter yang disusun secara *vertikal* yang berfungsi menyaring kotoran agar lebih bersih. Dampak apabila kotoran masuk ke dalam membran adalah akan timbulnya endapan yang dapat menutup celah celah membran. Selain itu dapat mempengaruhi sistem yang pada keluaran filter catridge akan menyumbat aliran.

c. Penambahan Kimia

Zat kimia adalah suatu senyawa yang dibuat untuk menyeimbangkan kandungan dari suatu zat. Pemberian bahan kimia dianjurkan pada saat proses berlangsung ataupun setelah selesai pengoprasian. Pemberian dilakukan pada daerah sebelum masuk filter pasir dan sebelum masuk membran. Selain untuk pembersihan, zat kimia digunakan pula untuk menjaga nilai pH, menjaga agar tidak

terjadi pengumpalan kotoran yang akan mengakibatkan penyumbatan pada sistem terutama pada membran. Zat kimia tersebut mampu mengurangi kadar garam dalam air tawar yang akan diproduksi di atas kapal.

d) *Salinometer*

Salinometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kadar garam dalam benda cair (seperti air laut). Sebuah sistem kontrol konduktifitas yang terdiri dari tiga komponen utama yaitu: sensor konduktifitas berbentuk probe yang ditempatkan ditangki bilas untuk mengukur aliran bilas. Konduktifitas *analyzer* adalah alat penerima sinyal. Sinyal diterima dari masukan sensor dan menentukan apakah air dalam kondisi layak untuk masuk kedalam tanki penampung air tawar. *Solenoid valve* berfungsi sebagai gerbang pembuka aliran sesuai dengan *set point* yang ditentukan pada standar. Perawatan kontrol konduktifitas termasuk pemeriksaan bulanan dan kalibrasi sesuai standar. Selama tiga bulan sensor tersebut perlu dibersihkan dari kandungan korosi yang mungkin terdapat pada permukaan sensor.

3. Metode *fault tree analysis*

Mungkin sebagian besar *engineer* maupun calon *engineer* tidak asing dengan istilah *Fault Tree Analysis*. Apalagi bagi seseorang yang berpengalaman menyelesaikan kasus berupa *troubleshooting*. Metode ini cukup efektif untuk mengetahui akar permasalahan yang akan diselesaikan. Secara teori, metode *Fault Tree Analysis* dapat dijelaskan sebagai berikut.

Fault Tree Analysis adalah metode analisa, dimana terdapat suatu kejadian yang tidak diinginkan disebut *undesired event* terjadi pada sistem dan sistem tersebut kemudian dianalisa dengan kondisi lingkungan dan operasional yang ada untuk menemukan semua cara yang mungkin terjadi yang mengarah pada terjadinya *undesired event* tersebut. (Svein Kristiansen, *Maritime Transportation Safety Management Risk Analysis*,2004:225).

Fault Tree Analysis adalah teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi resiko yang berperan terhadap terjadinya kegagalan. Metode ini dilakukan dengan pendekatan yang bersifat *top down*, yang diawali dengan asumsi kegagalan atau kerugian dari kejadian puncak (*Top Event*) kemudian merinci sebab-sebab suatu *Top Event* sampai pada suatu kegagalan dasar (*Root Cause*).

Fault Tree Analysis adalah metode yang efektif dalam menemukan inti permasalahan karena memastikan bahwa suatu kejadian yang tidak diinginkan atau kerugian yang ditimbulkan tidak berasal pada satu titik kegagalan. *Fault Tree Analysis* mengidentifikasi hubungan antara faktor penyebab dan ditampilkan dalam bentuk pohon kesalahan yang melibatkan gerbang logika sederhana. Gerbang logika menggambarkan kondisi yang memicu terjadinya kegagalan, baik kondisi tunggal maupun sekumpulan dari berbagai macam kondisi.

Konstruksi dari *Fault Tree Analysis* meliputi gerbang logika yaitu gerbang *AND* dan gerbang *OR*. Setiap kegagalan yang terjadi dapat digambarkan ke dalam suatu bentuk pohon analisa kegagalan dengan mentransfer atau memindahkan komponen kegagalan ke dalam bentuk simbol (*Logic Transfer Components*) dan *Fault Tree Analysis*. (Chengi Kuo, *Safety Management and its Maritime Application*, 2007: 130).

Gerbang logika menggambarkan kondisi yang memicu terjadinya kegagalan, baik kondisi tunggal maupun sekumpulan dari berbagai macam kondisi. Kegagalan yang ada pada sistem bisa dikarenakan kegagalan pada komponennya, kegagalan pada manusia yang mengoperasikannya atau disebut juga *human error* dan kejadian-kejadian di luar sistem yang dapat mengarah pada terjadinya *undesired event*. *Fault tree* dibangun berdasarkan pada salah satu *undesired event* yang dapat terjadi pada sistem. Hanya bagian-bagian tertentu dari sistem yang berhubungan beserta kegagalan-kegagalan yang dipakai untuk membangun *fault tree*.

Pada satu sistem bisa terdapat lebih dari satu *undesired event* dan masing-masing *undesired event* mempunyai representasi *fault tree* yang berbeda-beda yang disebabkan faktor-faktor atau bagian-bagian sistem dan kegagalan yang mengarah pada satu kejadian berbeda dengan lainnya. Pada satu sistem bisa terdapat lebih dari satu *undesired event* dan masing-masing *undesired event* tersebut mempunyai representasi *fault tree* yang berbeda-beda yang disebabkan faktor-faktor di dalam sistem dan kegagalan-kegagalan yang mengarah pada kejadian yang tidak diinginkan. Pada *fault tree undesired event* yang akan dianalisa disebut juga *top event*.

Menurut Chengi Kuo, *Safety Management and its Maritime Application*, (2007:131). *Fault Tree Analysis* suatu metode yang efektif dalam menemukan inti permasalahan serta suatu metode yang mempunyai kelebihan dan kekurangan, yaitu:

a. Kelebihan

- 1) Dalam kasus sebuah sistem yang kompleks pohon kesalahan memberikan cara yang baik dan logis untuk mengintegrasikan berbagai penyebab. Konstruksi diagram pohon dapat menentukan probabilitas nilai-nilai dan membantu memberikan pemahaman yang lebih baik dari suatu sistem.
- 2) Pohon kesalahan dapat digunakan untuk melakukan analisis sensitivitas sehingga perbedaan dari berbagai penyebab dapat dibandingkan, dampak terhadap keseluruhan sistem dengan menganalisa perubahan tersebut dengan kemungkinan nilai.

b. Kekurangan

- 1) Pengalaman dan pengetahuan yang banyak diperlukan untuk membuat bangunan pohon yang tepat. Kesalahan memasukkan sebuah masukan dapat menyebabkan hasil yang tidak benar.
- 2) Sulit untuk memilih gerbang logika yang paling tepat di saluran penghubung dan hal ini dapat menimbulkan secara luas variasi variasi nilai yang dihasilkan.

Prinsip Kerja Metode *Fault Tree Analysis* menurut (Svein Kristiansen, *Maritime Transportation Safety Management Risk Analysis*, 2004:227).

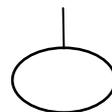
- a. Kegagalan sistem / kecelakaan.
- b. *Fault Tree Analysis* terdiri dari urutan peristiwa yang mengarah kepada kegagalan sistem / kecelakaan.
- c. Membuat urutan peristiwa dengan menggunakan gerbang logika “and” atau “or” atau gerbang logika lainnya.
- d. Kejadian di atas terdapat beberapa penyebab dan ditandakan dengan persegi panjang dan kejadian yang dijelaskan di persegi panjang.
- e. Akhir dari peristiwa mengarah pada dimana tingkat kegagalan data yang memungkinkan, ini adalah penyebab utama yang dilambangkan lingkaran dan merupakan keputusan untuk membatasi metode ini.

Simbol-simbol dan istilah yang digunakan dalam *Fault Tree Analysis* adalah simbol kejadian, simbol gerbang dan simbol *transfer*. Berikut adalah bentuk dan simbol gerbang yang digunakan pada metode *Fault Tree Analysis* dapat dijelaskan seperti gambar di bawah ini berikut juga dengan keterangannya.

a. Simbol Kejadian

Simbol kejadian adalah simbol-simbol yang berisi keterangan kejadian pada sistem yang ada pada suatu proses terjadinya *top event*. Terdapat 5 simbol yaitu:

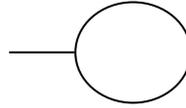
- 1) *Basic Even / Primary Event*



Gambar 2.2 *Basic Event*

Simbol lingkaran ini digunakan untuk menyatakan *basic event* atau *primary event* atau kegagalan mendasar yang tidak perlu dicari penyebabnya. Artinya, simbol lingkaran ini merupakan batas akhir penyebab suatu kejadian.

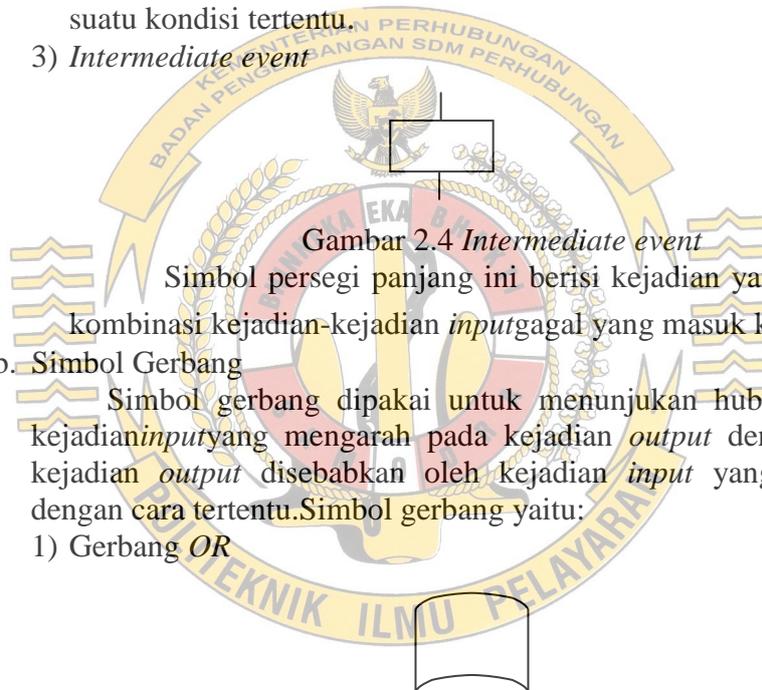
2) *Conditioning event*



Gambar 2.3 *Conditioning event*

Simbol oval ini untuk menyatakan *conditioning event*, yaitu suatu kondisi atau batasan khusus yang diterapkan pada suatu gerbang (biasanya pada gerbang *INHIBIT* dan *PRIORITY AND*). Jadi kejadian *output* terjadi jika kejadian input terjadi dan memenuhi suatu kondisi tertentu.

3) *Intermediate event*



Gambar 2.4 *Intermediate event*

Simbol persegi panjang ini berisi kejadian yang muncul dari kombinasi kejadian-kejadian *input* yang masuk ke gerbang.

b. Simbol Gerbang

Simbol gerbang dipakai untuk menunjukkan hubungan diantara kejadian *input* yang mengarah pada kejadian *output* dengan kata lain, kejadian *output* disebabkan oleh kejadian *input* yang berhubungan dengan cara tertentu. Simbol gerbang yaitu:

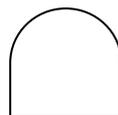
1) Gerbang *OR*



Gambar 2.5 Gerbang *OR*

Gerbang *OR* dipakai untuk menunjukkan bahwa kejadian yang akan muncul terjadi jika satu atau lebih kejadian gagal yang merupakan *input*nya terjadi.

2) Gerbang *AND*



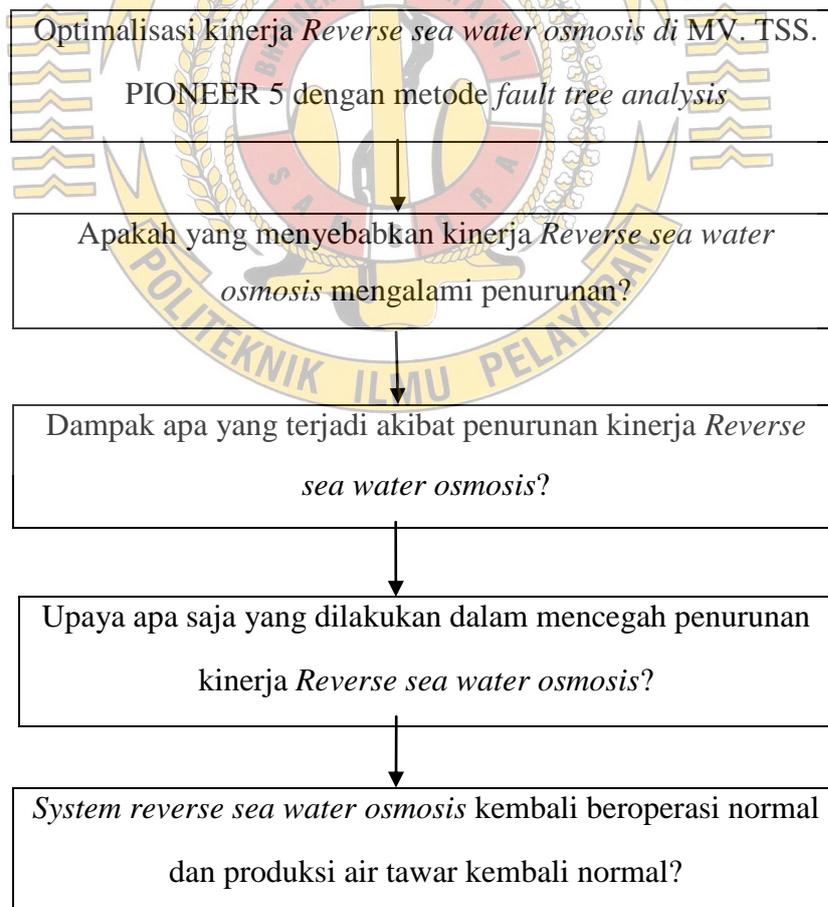
Gambar 2.6 Gerbang *AND*

Gerbang *AND* digunakan untuk menunjukkan kejadian *output* muncul hanya jika semua *input* terjadi.

Berdasarkan kerangka pikir di bawah ini, dapat di jelaskan bermula dari topik yang akan di bahas yaitu kinerja *system reverse sea water osmosis*. Yang akan menghasilkan faktor-faktor penyebab dari kejadian tersebut.

Dari faktor-faktor tersebut yaitu kinerja *system reverse sea water osmosis* mempunyai suatu dampak yang alami, Sehingga timbul upaya ataupun usaha yang dilakukan untuk menanggulangi masalah yang ada. Setelah upaya penanganan masalah telah dilaksanakan, maka kinerja *system reverse sea water osmosis* kembali normal dan produksi air tawar di kapal terpenuhi sesuai kebutuhan di atas kapal sehari-hari seperti mencuci pakaian, mandi, memasak serta pihak perusahaan dapat meminimalisir biaya untuk pembelian air tawar bersih dari darat.

B. Kerangka Pikir Penelitian



Sumber: Dokumen pribadi (2015)