



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Saringan Pasir Pantai

Untuk mengurangi beban dari filter, disini saya menggunakan pasir pantai sebagai penyaring air laut yang sudah dipanaskan dan sebelum memasuki alat filtrasi air laut. Prinsip kerjanya jika air laut dialirkan kesaringan pasir pantai ini, maka kotoran-kotoran yang ada didalamnya akan tertahan pada media pasir pantai ini.

Media pasir pantai ini sangat sesuai untuk pengolahan air laut ini untuk menjadi air tawar dikarenakan biaya operasi rendah karena tidak menggunakan bahan kimia untuk proses pengendapannya.

pasir ini sangat berguna untuk menyaring mangan atau besi yang terkandung di dalam air. Kandungan mangan di dalam air tersebut dapat menyebabkan air berbau karat dan air berwarna kuning sehingga air menjadi tidak layak untuk dikonsumsi (Anis Rahmawati, 2009).

#### 2.2. Koagulan

Koagulasi secara umum didefinisikan sebagai penambahan zat kimia (koagulan) ke dalam air baku dengan maksud mengurangi gaya tolak-menolak antar partikel koloid, sehingga partikel-partikel tersebut dapat bergabung menjadi flok-flok halus. Koagulasi terpenuhi dengan penambahan ion-ion yang mempunyai muatan berlawanan dengan partikel koloid. Partikel koloid umumnya bermuatan negatif oleh karena itu ion-ion yang ditambahkan harus kation atau bermuatan positif. Kekuatan koagulasi ion-ion tersebut bergantung pada bilangan valensi atau besarnya muatan. Ion bivalen (+2) 30-60 kali lebih efektif dari ion monovalen (+1). Ion trivalen (+3) 700-1000 kali lebih efektif dari ion monovalen. Menurut Smaradhana, (2016) Dalam merencanakan Bangunan Pengolahan Air Minum diperlukan pemilihan alternatif pengolahan untuk mengoptimalkan unit pengolahan sehingga menghasilkan air olahan yang berkualitas sesuai yang diinginkan. Unit koagulasi merupakan salah satu unit yang dapat mengoptimalkan pengolahan. Proses yang terjadi di dalam unit koagulasi



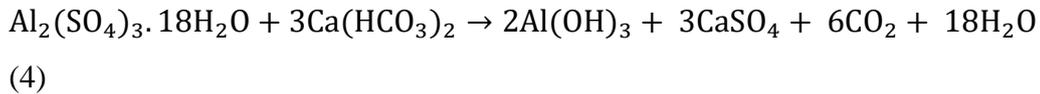
memerlukan bahan kimia yang disebut koagulan. Koagulan berfungsi sebagai destabilisasi partikel dan penguatan flok untuk mengurangi pecahnya flok. Dalam penentuan koagulan dilakukan percobaan jarrest. Efisiensi penggunaan koagulan Aluminium sulfat dan PAC masing-masing memiliki efisiensi yang semakin tinggi setelah dilakukan penambahan konsentrasi koagulan. Efisiensi tertinggi koagulan PAC terdapat pada konsentrasi 120 ppm sebesar 69% sedangkan Aluminium Sulfat pada konsentrasi 160 ppm sebesar 63,9%..

Aluminium Sulfat ( $Al_2SO_4$ ) Aluminium sulfat, merupakan senyawa kimia anorganik yang memiliki rumus  $Al_2(SO_4)_3$ . Aluminium sulfat memiliki sifat larut dalam air yang biasanya digunakan sebagai bahan koagulan dalam proses penjernihan air minum, kilang pengolahan air limbah, serta pembuatan kertas. Aluminium kalium sulfat biasanya ditemukan dalam ragi, Dalam industri konstruksi Aluminium sulfat dapat digunakan sebagai zat yang tahan air (waterproofing) dan akselerator pada beton. pH merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi bahan koagulan yang akan digunakan. Dimana bahan koagulan biasanya memiliki rentan pH yang berbeda-beda. Pada koagulan Aluminium sulfat atau yang sering disebut tawas memiliki kisaran pH antara 5,5 – 7,5. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Muhammad Ridwan dan James Nobelia L, semakin tinggi tingkat kekeruhan alkalinitas dan zat organik semakin tinggi juga dosis koagulan yang dibutuhkan untuk membentuk flok. Hal ini justru berbanding terbalik dengan pH yang memiliki hubungan negatif dengan dosis koagulan. Penggunaan bahan koagulan Aluminium sulfat dapat melepaskan satu ion Hidrogen ( $H^+$ ) pada tiap gugus Hidrogen yang telah dihasilkan. Ion hidrogen yang dihasilkan akan menyebabkan air hasil olahan menjadi asam dikarenakan penurunan pH yang cukup tinggi. Alum dengan dosis 200 ppm direkomendasikan untuk menjernihkan pengolahan air di Sumur Batu dengan keefektifan penurunan nilai BOD hingga 60,16% (Madonna, 2019).

Koagulasi, dengan penambahan koagulan aluminium sulfat akan menghasilkan reaksi kimia dimana muatan-muatan negatif yang saling tolak menolak disekitar partikel terlarut berukuran koloid akan ternetralisasi oleh ion-ion positif dari



koagulan dan akhirnya partikel-partikel koloid akan saling menarik dan menggumpalmembentuk flok. Reaksi kimia yang terjadi adalah sebagai berikut :



### 2.2.1 Jumlah massa Koagulan

Jumlah massa larutan koagulan Aluminium sulfat ( $\text{Al}_2\text{SO}_4$ ) dalam lartan air laut yang akan difiltrasikan pada alat filtrasi membrane nanokomposit arang tempurung kelapa. Dengan kepekatan 10 %

### 2.2.2 Kandungan Zat Terlarut Aluminium sulfat ( $\text{Al}_2\text{SO}_4$ )

Kandungan zat terlarut adalah kepekatan atau konsntrasi zat tambahan pada sebuah larutan jumlah massa dari Aluminium sulfat ( $\text{Al}_2\text{SO}_4$ ) yang digunakan :

Untuk Mengetahui persentase zat Pelarut dalam larutan dapat digunakan rumus sebagai berikut :

**massa larutan = volume larutan  $\times$  massa jenis.....(Aarianingrum,Retno2004)**

Dimana :

Volume larutan : 0.5 L atau 500 ml

% zat terlarut : Persentase Aluminium sulfat ( $\text{Al}_2\text{SO}_4$ ) 10 %

Massa zat terlarut: massa dari Aluminium sulfat ( $\text{Al}_2\text{SO}_4$ ) dalam larutan

Massa larutan : massa dari campuran air laut dan Aluminium sulfat ( $\text{Al}_2\text{SO}_4$ ). Senilai 5 liter atau 5000 g

## 2.3. Tanaman Kelapa Dan Arang TempurungKelapa (Cocos Nutifera)

### 2.3.1. Tanaman Kelapa

Tanaman Kelapa memiliki nama Ilmiah (Cocos nucifera) yaitu termasuk dalam marga Cocos dari suku aren atau Arecaceae. Tanaman ini dapat



dimanfaatkan hampir diseluruh bagiannya oleh manusia sehingga dapat dikatakan sebagai tanaman serbaguna, terutama bagi masyarakat yang mendiami daerah pesisir.

Tanaman kelapa diperkirakan berasal dari daerah pesisir Samudera Hindia yang berada disisi Asia, dan kini telah menyebar luas keseluruh pantai tropic yang ada diseluruh dunia. Tanaman kelapa dapat dikatakan sebagai tanaman serbaguna karena hampir seluruh bagian dapat dimanfaatkan untuk kehidupan manusia mulai dari buah pohon kelapa yang dapat dijadikan sebagai bahan makanan atau minuman, alat-alat rumah tangga, bahan industri, bahan bangunan dan lain sebagainya.

Seperti contoh pada bagian tempurung kelapa dapat dimanfaatkan sebagai arang tempurung kelapa, buahnya sebagai bahan dasar santan, minyak kelapa dan campuran berbagai olahan makanan lainnya, dan pada bagian daun dapat dijadikan bahan dasar untuk pembuatan sapu lidi.

### **2.3.2. Arang Tempurung Kelapa**

Tempurung kelapa yang di jadikan arang dapat ditingkatkan nilai ekonomisnya dengan menjadinkanya karbon aktif. Cara membuat karbon aktif dari tempurung kelapa relatif mudah. Karbon aktif berfungsi sebagai filter penjernih air. Tempurung kelapa adalah salah satu bahan karbon aktif yang kualitasnya cukup baik untuk di jadikan karbon aktif penjernih air. Bentuk dan ukuran, dan kualitas tempurung harus diperhatikan ketika membuat karbon aktif. Tempurung kelapa yang akan di jadikan filter penjernih air sebaiknya berbentuk setengah atau seperempat ukuran tempurung. Jika ukurannya terlalu hancur, maka tempurung itu kurang baik dijadikan bahan pembuat karbon aktif. Dari segi kualitas, tempurung kelapa yang memenuhi syarat dijadikan bahan karbon aktif adalah kelapa yang benar-benar tua hingga warnanya hitam mengkilap dan keras. Tempurung yang dijadikan bahan pembuat karbon aktif umumnya dari kelapa yang dijadikan kopra. Batok kelapa yang dihasilkan merupakan belahan dua dari satu buah kelapa utuh. Untuk membuat karbon aktif yang benar-benar berkualitas, tempurung harus bersih dan terpisah dari sabutnya. Ada dua tahapan membuat penjernih air berkualitas dari arang tempurung kelapa.



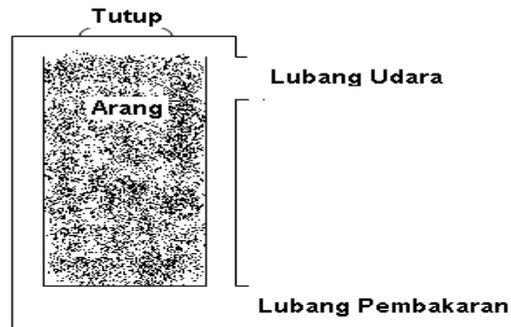
Tahap pertama yang harus dilakukan adalah tempurung dibuat arang dengan peralatan drum berpenutup. Tahap kedua, melalui proses penggilingan arang tempurung hingga menghasilkan karbon aktif dan serbuk arang. Serbuk arang ini masih bisa diproses menjadi briket arang tempurung. Penggilingan itu dilakukan dengan mesin sederhana berpengerak listrik, diesel, atau bensin. Kualitas tempurung dan proses pembakaran akan sangat menentukan rendemen karbon aktif yang dihasilkan. Kualitas tempurung kelapa biasa lebih baik dibanding kelapa hibrida. Agar dapat memperoleh rendemen karbon aktif penjernih air yang lebih baik, langkah-langkah proses pembakaran dengan cara drum diberi empat lubang di bagian bawah. Agar selama pembakaran udara bisa masuk, drum harus diganjak tiga potongan batu bata. Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-90% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon pada pemanasan suhu tinggi. Pada satu gram karbon aktif penjernih air pada umumnya memiliki luas permukaan seluas 500-1500 m<sup>2</sup>, sehingga sangat efektif dalam menangkap partikel-partikel yang sangat halus berukuran 0.01-0.0000001 mm.

Arang aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing-masing berikatan secara kovalen. Dengan demikian, permukaan arang aktif bersifat non polar. Selain komposisi dan polaritas, struktur pori juga merupakan faktor yang penting diperhatikan. Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, semakin kecil pori-pori arang aktif, mengakibatkan luas permukaan semakin besar. Dengan demikian kecepatan adsorpsi sebagai [filter air](#) dan alat penjernih air bertambah. Untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi, dianjurkan agar menggunakan arang aktif yang telah dihaluskan. Sifat arang aktif yang paling penting adalah daya serap.

#### **2.4. Karbonisasi**

Karbonisasi (pengarangan) adalah suatu proses pirolisis (pembakaran) tak sempurna dengan udara terbatas dari bahan yang mengandung karbon. Pada proses ini pembentukan struktur pori dimulai. Tujuan utama dalam proses ini adalah untuk menghasilkan butiran yang mempunyai daya serap dan struktur yang

rapi. Sifat-sifat dari hasil karbonisasi ini ditentukan oleh kondisi dari bahan dasarnya. Beberapa parameter yang biasa digunakan untuk menentukan kondisi karbonisasi yang sesuai yaitu temperatur akhir yang dicapai, waktu karbonisasi, laju peningkatan temperatur, medium dari proses karbonisasi (Jankowska, 1991).



Gambar 2.4. Tungku Pengarangan  
(Data Olahan Pribadi)

Temperatur akhir proses mempunyai pengaruh yang lebih besar terhadap struktur dari butiran. Pada temperatur tinggi akan terjadi berbagai macam reaksi dari bahan mentah, sesuai dengan sifat dari struktur kimianya. Jika temperatur yang dinaikkan dengan cepat, pembentukan sebagian besar zat volatil terjadi dalam waktu singkat dan hasilnya biasanya terbentuk pori yang berukuran lebih besar. Reaktivitas hasil karbonisasinya lebih besar dari pada hasil yang dipanaskan dengan laju lambat (Jankowska, 1991).

## 2.5. Aktivasi

Aktifasi adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Sembiring, 2003).

Produk dari karbonisasi tidak dapat diaplikasikan sebagai adsorben (karena struktur porusnya tidak berkembang) tanpa adanya tambahan aktivasi. Dasar metode aktivasi terdiri dari perawatan dengan gas pengoksidasi pada temperatur tinggi. Proses aktivasi menghasilkan karbon oksida yang tersebar



dalam permukaan karbon karena adanya reaksi antara karbon dengan zat pengoksidasi (Kinoshita, 1988).

Aktivasi karbon aktif dapat dilakukan melalui 2 cara, yakni aktivasi secara kimia dan aktivasi secara fisika (Kinoshita, 1988).

### **2.5.1. Aktivasi Secara Kimia**

Aktivasi kimia merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia (Sembiring, 2003). Aktivasi secara kimia biasanya menggunakan bahan-bahan pengaktif seperti garam kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ), magnesium klorida ( $\text{MgCl}_2$ ), seng klorida ( $\text{ZnCl}_2$ ), natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ), natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dan natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ). Sabarudin (1996) melakukan aktivasi kimia terhadap arang tempurung kelapa menggunakan  $\text{NaCl}$  dengan variasi konsentrasi antara 15%, 20%, 25%, 30%, 35% dan 40%.

Kerugian penggunaan bahan-bahan mineral sebagai pengaktif terletak pada proses pencucian bahan-bahan mineral tersebut kadang-kadang sulit dihilangkan lagi dengan pencucian (Jankowska, et al, 1991) sedangkan keuntungan penggunaan bahan-bahan mineral sebagai pengaktif adalah waktu aktivasi yang relatif pendek, karbon aktif yang dihasilkan lebih banyak dan daya adsorpsi terhadap suatu adsorbat akan lebih baik (Jankowska, et al, 1991).

Bahan-bahan pengaktif tersebut berfungsi untuk mendegradasi atau penghidrasi molekul organik selama proses karbonisasi, membatasi pembentukan tar, membantu dekomposisi senyawa organik pada aktivasi berikutnya, dehidrasi air yang terjebak dalam rongga-rongga karbon, membantu menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan saat proses karbonisasi dan melindungi permukaan karbon sehingga kemungkinan terjadinya oksidasi dapat dikurangi (Manocha, 2003).

Kusuma dan Utomo (1970) menyebutkan bahwa butiran arang tempurung jika direndam dalam larutan  $\text{NaCl}$  akan mengadsorpsi garam tersebut. Semakin tinggi konsentrasi larutan  $\text{NaCl}$  maka semakin bertambah banyak mineral yang teradsorpsi sehingga menyebabkan volume pori karbon cenderung bertambah besar karena garam ini dapat berfungsi sebagai dehydrating agent dan membantu



menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan pada proses karbonisasi. Penggunaan NaCl sebagai bahan pengaktif memberikan karakteristik adsorpsi methilen blue terbaik.

### **2.5.2. Aktivasi Secara Fisika**

Aktivasi fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan CO<sub>2</sub>. Metode aktivasi secara fisika antara lain dengan menggunakan uap air, gas karbon dioksida, oksigen, dan nitrogen. Gas-gas tersebut berfungsi untuk mengembangkan struktur rongga yang ada pada arang sehingga memperluas permukaannya, menghilangkan konstituen yang mudah menguap dan membuang produksi tar atau hidrokarbon-hidrokarbon pengotor pada arang.

Aktivasi fisika dapat mengubah material yang telah dikarbonisasi dalam sebuah produk yang memiliki luas permukaan yang luar biasa dan struktur pori. Tujuan dari proses ini adalah mempertinggi volume, memperluas diameter pori yang terbentuk selama karbonisasi dan dapat menimbulkan beberapa pori yang baru. Fluidized bed reactor dapat digunakan untuk proses aktivasi fisika. Tipe reaktor ini telah digunakan untuk pembuatan karbon aktif dari batu (Swiatkowski, 1998).

Penggunaan gas nitrogen selama proses aktivasi karena nitrogen merupakan gas yang inert sehingga pembakaran karbon menjadi abu dan oksidasi oleh pemanasan lebih lanjut dapat dikurangi, selain itu dengan aktivasi gas akan mengembangkan struktur rongga yang ada pada arang sehingga memperluas permukaannya (Sugiharto, 1978). Kenaikan temperatur aktivasi pada kisaran 450 °C - 700 °C dapat meningkatkan luas permukaan spesifik dari karbon aktif.

### **2.6. Membran**

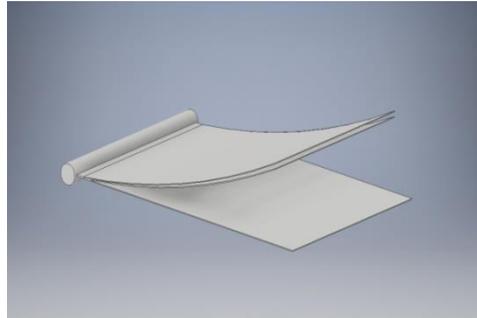
Membran adalah suatu lapisan tipis bersifat semipermeabel yang dapat menahan dan melewatkan pergerakan bahan tertentu (Scot dan Hughes, 1996). Teknologi pemisahan menggunakan membran merupakan teknik pemisahan komponen dengan cara yang sangat spesifik, yaitu menahan dan melewatkan salah satu komponen lebih cepat dari komponen penyusun lainnya. Membran dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok yaitu berdasarkan morfologi,



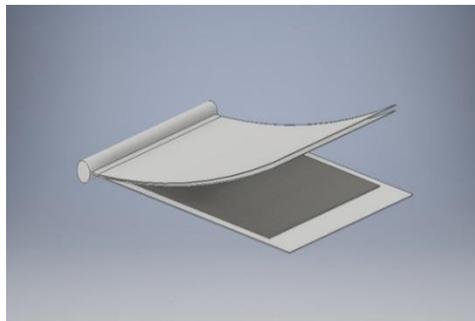
bahan pembuat, dan proses pemisahannya. Berdasarkan morfologi, membran dibagi menjadi dua golongan, yaitu membran simetrik dan membran asimetrik. Struktur yang dihasilkan membran simetrik dapat bersifat berpori (porous) atau tidak-berpori (nonporous). Sedangkan struktur yang dihasilkan membran asimetrik bersifat berpori dengan pori pada lapisan atas lebih rapat dibandingkan pori pada lapisan bagian bawah. Membran jenis proses ultrafiltrasi lebih bersifat asimetrik dibandingkan membran dengan jenis proses mikrofiltrasi (Scot dan Hughes, 1996).

Berdasarkan bahan pembuat, membran terbagi atas membran organik dan membran anorganik. Membran organik dibuat menggunakan bahan polimer. Pada dasarnya semua polimer dapat digunakan sebagai bahan membran, tetapi karena karakteristik kimia dan fisika sangat bervariasi, sehingga hanya beberapa jenis polimer yang digunakan sebagai bahan membran. Jenis polimer yang banyak digunakan untuk membuat membran antara lain selulosa beserta turunannya, polisulfan, poliamida, poliakrilonitril, polieter sulfon (Wenten, 1999). Polimer untuk membran berpori sangat berbeda dengan polimer membran tidak berpori.

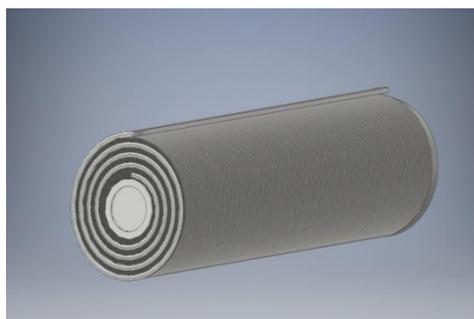
Untuk membran berpori, pilihan polimer ditentukan oleh metode pembuatan membran yang digunakan dan polimer menentukan stabilitas membran. Sedangkan untuk membran tidak berpori, pilihan polimer ditentukan oleh selektivitas dan fluks yang diinginkan (Mulder, 1996). Membran anorganik adalah membran yang berasal dari material anorganik. Material anorganik memiliki stabilitas kimia dan stabilitas thermal lebih baik dibandingkan bahan polimer. Ada empat tipe membran anorganik yang sering digunakan, yaitu membran keramik, gelas, metal (termasuk karbon), dan zeolit. Berdasarkan ukuran partikel atau bobot molekul bahan yang dipisahkan, maka pemisahan membran dikelompokkan atas mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, nanofiltrasi, osmosis balik, dialisis, dan pervaporasi (Cheryan, 1998).



Gambar 2.1. Membran Filtrasi  
(Data Olahan Pribadi)



Gambar 2.2. Membran Filtrasi Yang Sudah Ditaburi Nanokomposit Dari  
Arang Tempurung Kelapa  
(Data Olahan Pribadi)



Gambar 2.3. Membran Filtrasi Yang Sudah Diroll  
(Data Olahan Pribadi)



### **2.6.1. Karakterisasi Membran**

Menurut Mulder (1996), karakterisasi membran dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu (1) membran berpori (porous membrane), (2) membran tidak-berpori (nonporous membrane). Pada membran berpori, pemisahan terjadi akibat perbedaan ukuran antara partikel/molekul dan pori membran dibantu dengan adanya tekanan transmembran sebagai driving force. Selektivitas akan tinggi, jika ukuran partikel lebih besar daripada ukuran pori membran. Mikrofiltrasi (MF) dan ultrafiltrasi (UF) merupakan jenis membran berpori. Di sisi lain untuk membran tidak berpori, seperti pervaporasi (PV), separasi gas (GS), dan dialisis, pemisahan terjadi akibat perbedaan laju kelarutan (solubility) dan/atau perbedaan diffusivitas (diffusivity). Tingkat kelarutan dan diffusivitas ditentukan oleh sifat intrinsik bahan membran.

Sifat mekanik dan struktur pori termasuk parameter dalam penentuan karakteristik membran. Sifat fisik mekanik dan struktur pori sangat dipengaruhi oleh jenis bahan pembuat dan proses pembuatan membran. Sedangkan kinerja membran pada saat pengoperasian terutama ditentukan oleh distribusi dan ukuran pori membran (Mallevalle et al., 1996).

### **2.6.2. Proses Pembuatan Membran Nanokomposit Arang Tempurung Kelapa (Cocos Nutifera)**

Membran dibuat dari arang tempurung kelapa yang dihancurkan menjadi serbuk sehingga menjadi nanokomposit. Setelah itu disemprotkan atau ditabur pada kain kasa sebagai media semipermeabel untuk membrane. Dengan dibentuknya nanokomposit dari sabut kelapa menghasilkan terurainya Lignin, Helmiselulosa, dan Selulosamembentuk void lebih besar (Abdul. K. S, 2004).

### **2.7. Air Laut**

Air laut adalah zat pelarut yang bersifat sangat berdaya guna, yang mampu melarutkan zat-zat lain dalam jumlah yang lebih besar daripada zat cair lainnya. Sifat ini dapat dilihat dari banyaknya unsur-unsur pokok yang terdapat dalam air laut. Diperkirakan hamper sebesar 48.000 triliun ton garam yang larut dalam air laut. Garam-garam tersebut terdiri dari sodium chorida 38.000 triliun ton dan bromide 83



triliun ton. Clorida merupakan zat yang paling banyak terkandung dalam air laut. Sedangkan zat sodium (NaCl) atau garam dapur merupakan zat clorida yang persentasenya paling besar.

## 2.8. Perbedaan Air Laut Dengan Air Tawar

Perbedaan air laut dengan air tawar antara lain, yaitu:

1. Air laut mempunyai rasa asin sedangkan air tawar tidak. Hal ini karena air laut mengandung kadar garam 3,5%, sedangkan air tawar tidak mengandung garam.
2. Kualitas air laut di bumi jauh lebih besar daripada jumlah air tawar. 97% air bumi adalah air laut, dan hanya 3% berupa air tawar.
3. Air laut lebih padat daripada air tawar, karena kadar garam yang terkandung dalam air laut menambah massa namun tidak mempengaruhi volume dari air laut tersebut.
4. Air laut mengandung ion terlarut lebih besar daripada air tawar. Ion-ion yang keberadaannya meliputi di dalam air laut adalah natrium, klorida, magnesium, sulfat, dan kalsium.
5. Kandungan unsur kimia dalam air laut: Clorida (Cl), Natrium (Na), Magnesium (Mg), Sulfur (S), Calcium (Ca), Kalsium (K), Brom (Br), Carbon (C), Cr, B. Sedangkan kandungan unsur kimia dalam air tawar: Zat Kapur, Besi, Timah, Magnesium, Tembaga, Sodium, klorida, dan Klorin.

## 2.9. Standar Kualitas Air Bersih

Standar kualitas air adalah ketentuan-ketentuan yang biasanya dituangkan dalam bentuk pernyataan atau angka yang menunjukkan persyaratan yang harus dipenuhi agar air tersebut tidak menimbulkan gangguan kesehatan, penyakit, gangguan teknis, dan gangguan dalam estetika (Sanropie, 1984). Secara kimia standar kualitas air bersih dibagi kedalam empat bagian, yaitu:

1. Didalam air minum tidak boleh terdapat zat-zat yang beracun.
2. Didalam air minum tidak terdapat zat yang menimbulkan gangguan kesehatan.



3. Tidak mengandung zat-zat kimia yang melebihi batas tertentu sehingga bisa menimbulkan gangguan teknis.
4. Tidak mengandung zat-zat kimia yang melebihi batas tertentu sehingga bisa menimbulkan gangguan ekonomi.

Dengan mengacu pada persyaratan diatas, maka keberadaan zat-zat kimia masih diperbolehkan dalam air minum asalkan jumlahnya tidak melebihi batas yang telah ditentukan oleh baku mutu air minum.

Secara biologis, air minum tidak boleh mengandung kuman parasite, kuman pathogen, dan bakteri ecoli. Persyaratan bakteriologis air bersih berdasarkan kandungan jumlah total bakteri coliform dalam air bersih menurut peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990, adalah:

### 2.9.1. Daftar Persyaratan Kualitas Air Minum

| NO.       | PARAMETER                       | SATUAN    | KADAR<br>MAKSIMUM<br>YANG<br>DIPERBOLEHKA<br>N | KETERANGAN   |
|-----------|---------------------------------|-----------|--|--------------|
| 1         | 2                               | 3         | 4  | 5            |
| <b>A.</b> | <b><u>FISIKA</u></b>            |           |  |              |
| 1.        | Bau                             | -         | -  | Tidak berbau |
| 2.        | Jumlah zat padat terlarut (TDS) | mg/L      | 1.000  | -            |
| 3.        | Kekeruhan                       | Skala NTU | 5  | -            |
| 4.        | Rasa                            | -         | -  | Tidak berasa |
| 5.        | Suhu                            | °C        | Suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$             | -            |
| 6.        | Warna                           | Skala TCU | 15   |              |



| <b>B.</b> | <b><u>KIMIA</u></b>                |      |           |                                      |
|-----------|------------------------------------|------|-----------|--------------------------------------|
| <b>a.</b> | <b><u>Kimia Anorganik</u></b>      |      |           |                                      |
| 1.        | Air raksa                          | mg/L | 0,001     |                                      |
| 2.        | Alumunium                          | mg/L | 0,2       |                                      |
| 3.        | Arsen                              | mg/L | 0,05      |                                      |
| 4.        | Barium                             | mg/L | 1,0       |                                      |
| 5.        | Besi                               | mg/L | 0,3       |                                      |
| 6.        | Fluorida                           | mg/L | 1,5       |                                      |
| 7.        | Kadnium                            | mg/L | 0,005     |                                      |
| 8.        | Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )     | mg/L | 500       |                                      |
| 9.        | Klorida                            | mg/L | 250       |                                      |
| 10.       | Kromium, Valensi 6                 | mg/L | 0,05      |                                      |
| 11.       | Mangan                             | mg/L | 0,1       |                                      |
| 12.       | Natrium                            | mg/L | 200       |                                      |
| 13.       | Nitrat, sebagai N                  | mg/L | 10        |                                      |
| 14.       | Nitrit, sebagai N                  | mg/L | 1,0       |                                      |
| 15.       | Perak                              | mg/L | 0,05      |                                      |
| 16.       | pH                                 | -    | 6,5 – 8,5 | Merupakan batas minimum dan maksimum |
| 17.       | Selenium                           | mg/L | 0,01      |                                      |
| 18.       | Seng                               | mg/L | 5,0       |                                      |
| 19.       | Sianida                            | mg/L | 0,1       |                                      |
| 20.       | Sulfat                             | mg/L | 400       |                                      |
| 21.       | Sulfida (sebagai H <sub>2</sub> S) | mg/L | 0,05      |                                      |
| 22.       | Tembaga                            | mg/L | 1,0       |                                      |
| 23.       | Timbal                             | mg/L | 0,05      |                                      |



| <b>b.</b> | <b><u>Kimia Organik</u></b>        |      |         |  |
|-----------|------------------------------------|------|---------|--|
| 1.        | Aldrin dan Dieldrin                | mg/L | 0,0007  |  |
| 2.        | Benzena                            | mg/L | 0,01    |  |
| 3.        | Benzo (a) pyrene                   | mg/L | 0,00001 |  |
| 4.        | Chlordane<br>(totalisomer)         | mg/L | 0,0003  |  |
| 5.        | Coloroform                         | mg/L | 0,03    |  |
| 6.        | 2,4 D                              | mg/L | 0,10    |  |
| 7.        | DDT                                | mg/L | 0,03    |  |
| 8.        | Detergen                           | mg/L | 0,05    |  |
| 9.        | 1,2 Discloroethane                 | mg/L | 0,01    |  |
| 10.       | 1,1 Discloroethene                 | mg/L | 0,0003  |  |
| 11.       | Heptaclor dan<br>heptaclor epoxide | mg/L | 0,003   |  |
| 12.       | Hexachlorobenzene                  | mg/L | 0,00001 |  |
| 13.       | Gamma-HCH<br>(Lindane)             | mg/L | 0,004   |  |
| 14.       | Methoxychlor                       | mg/L | 0,03    |  |
| 15.       | Pentachlorophanol                  | mg/L | 0,01    |  |
| 16.       | Pestisida Total                    | mg/L | 0,10    |  |
| 17.       | 2,4,6<br>urichlorophenol           | mg/L | 0,01    |  |



|           |   |                     |     |   |
|-----------|---|---------------------|-----|---|
| 18        | Zat organik<br>(KMnO <sub>4</sub> )       | mg/L                | 10  |   |
| <b>C.</b> | <b><u>Mikro biologik</u></b>              |                     |     |   |
| 1         | KoliformTinja                             | Jumlah per<br>100ml | 0   |   |
| 2         | Totalkoliform                             | Jumlah per<br>100ml | 0   | 95% dari sampel yang diperiksa selamasetahun. Kadang-kadangk Bohada 3 per 100 ml sampel air, tetapi tidakberturut-turut |
| <b>D.</b> | <b><u>Radio Aktivitas</u></b>             |                     |     |   |
| 1         | Aktivitas Alpha<br>(Gross Alpha Activity) | Bq/L                | 0,1 |   |
| 2         | Aktivitas Beta<br>(Gross Beta Activity)   | Bq/L                | 1,0 |   |

Tabel 2.1. Daftar Persyaratan Kualitas Air Minum

**Keterangan :**

- Mg =miligram
- ml =mililiter
- L =liter
- Bq =Bequerel
- NTU =NephelometrikTurbidityUnits



TCU = True

ColourUnits

Logam berat merupakan logam terlarut

### 2.9.2. Daftar Persyaratan Kualitas Air Bersih

| NO.       | PARAMETER                       | SATUAN         | KADAR<br>MAKSIMUM<br>YANG<br>DIPERBOLEHK<br>AN | KETERANGAN   |
|-----------|---------------------------------|----------------|--|--------------|
| 1         | 2                               | 3              | 4  | 5            |
| <b>A.</b> | <b><u>FISIKA</u></b>            |                |  |              |
| 1.        | Bau                             | -              | -  | Tidak berbau |
| 2.        | Jumlah zat padat terlarut (TDS) | mg/L           | 1.500  | -            |
| 3.        | Kekeruhan                       | Skala NTU      | 25   | -            |
| 4.        | Rasa                            | -              | -  | Tidak berasa |
| 5.        | Suhu                            | O <sub>c</sub> | Suhu udara ±3°C                                | -            |
| 6.        | Warna                           | Skala TCU      | 50   |              |
| <b>B.</b> | <b><u>KIMIA</u></b>             |                |  |              |
| 1.        | Air raksa                       | mg/L           | 0,001  |              |
| 2.        | Arsen                           | mg/L           | 0,05   |              |
| 3.        | Besi                            | mg/L           | 1,0  |              |
| 4.        | Fluorida                        | mg/L           | 1,5  |              |
| 5.        | Kadnium                         | mg/L           | 0,005  |              |
| 6.        | Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )  | mg/L           | 500  |              |
| 7.        | Klorida                         | mg/L           | 600  |              |
| 8.        | Kromium, Valensi 6              | mg/L           | 0,05   |              |
| 9.        | Mangan                          | mg/L           | 0,5  |              |
| 10.       | Nitrat, sebagai N               | mg/L           | 10   |              |



|           |                                 |      |           |   |
|-----------|---------------------------------|------|-----------|---|
| 11.       | Nitrit, sebagai N               | mg/L | 1,0       |   |
| 12.       | pH                              | -    | 6,5 – 9,0 | Merupakan batas minimum dan maksimum, khusus air hujan pH minimum 5,5 |
| 13.       | Selenium                        | mg/L | 0,01      |   |
| 14.       | Seng                            | mg/L | 15        |   |
| 15.       | Sianida                         | mg/L | 0,1       |   |
| 16.       | Sulfat                          | mg/L | 400       |   |
| 17.       | Timbal                          | mg/L | 0,05      |   |
| <b>C.</b> | <b><u>Kimia Organik</u></b>     |      |           |   |
| 1.        | Aldrin dan Dieldrin             | mg/L | 0,0007    |   |
| 2.        | Benzena                         | mg/L | 0,01      |   |
| 3.        | Benzo (a) pyrene                | mg/L | 0,00001   |   |
| 4.        | Chlordane (total isomer)        | mg/L | 0,007     |   |
| 5.        | Coloroform                      | mg/L | 0,03      |   |
| 6.        | 2,4 D                           | mg/L | 0,10      |   |
| 7.        | DDT                             | mg/L | 0,03      |   |
| 8.        | Detergen                        | mg/L | 0,5       |   |
| 9.        | 1,2 Discloroethane              | mg/L | 0,01      |   |
| 10.       | 1,1 Discloroethene              | mg/L | 0,0003    |   |
| 11.       | Heptaclor dan heptaclor epoxide | mg/L | 0,003     |   |
| 12.       | Hexachlorobenzene               | mg/L | 0,00001   |   |



|     |                        |      |       |  |
|-----|------------------------|------|-------|--|
| 13. | Gamma-HCH<br>(Lindane) | mg/L | 0,004 |  |
| 14. | Methoxychlor           | mg/L | 0,10  |  |
| 15. | Pentachlorophanol      | mg/L | 0,01  |  |
| 16. | Pestisida Total        | mg/L | 0,10  |  |
| 17. | 2,4,6 urichlorophenol  | mg/L | 0,01  |  |
| 18. | Zat organik (KMnO4)    | mg/L | 10    |  |

|           |   |                 |     |                     |
|-----------|---|-----------------|-----|---------------------|
| <b>D.</b> | <b><u>Mikro biologic</u></b>              |                 |     |                     |
| 1         | KoliformTinja                             | Jumlah per 100m | 50  | Bukan air perpipaan |
| 2         | Total koliform (MPN)                      | Jumlah per 100m | 10  | Air perpipaan       |
| <b>E.</b> | <b><u>Radio Aktivitas</u></b>             |                 |     |                     |
| 1.        | Aktivitas Alpha<br>(Gross Alpha Activity) | Bq/L            | 0,1 |                     |
| 2.        | Aktivitas Beta<br>(Gross Beta Activity)   | Bq/L            | 1,0 |                     |

Tabel 2.2. Daftar Persyaratan Kualitas Air Bersih

**Keterangan :**

mg =miligram

ml =mililiter

L =liter

Bq =Bequerel

NTU =NephelometrikTurbidityUnits

TCU = True ColourUnits

Logam berat merupakan logam terlarut



### 2.9.3. Daftar Persyaratan Air Kolam Renang

| No.       | PARAMETER                             | Satuan   | Kadar yang diperbolehkan |          | Keterangan  |
|-----------|---------------------------------------|----------|--------------------------|----------|---|
|           |                                       |          | Minimum                  | Maksimum |   |
| 1         | 2                                     | 3        | 4                        | 5        | 6   |
| <b>A.</b> | <b><u>FISIKA</u></b>                  |          |                          |          |   |
| 1.        | Bau                                   | -        | -                        | -        | Bebas dari bau yang mengganggu  |
| 2.        | Benda terapung                        | -        | -                        | -        | Bebas dari benda terapung   |
| 3.        | Kejernihan                            | -        | -                        | -        | Piringan sechi yang diletakkan pada dasar kolam yang terdalam, dapat dilihat dari tepi kolam pada jarak lurus 9 Meter |
| <b>B.</b> | <b><u>KIMIA</u></b>                   |          |                          |          |   |
| 1.        | Alumunium                             | mg/L     | -                        | 0,2      | Dalam waktu 4 jam pada suhu udara   |
| 2.        | Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )        | L        | 5                        | 500      |   |
| 3.        | Oksigen terabsorpsi (O <sub>2</sub> ) | mg/Lmg/L | 0                        | 1,0      |   |
| 4.        | pH                                    | -        | 6,5                      | 8,5      |   |
| 5.        | Sisa Chlor                            | mg/L     | 0,2                      | 0,5      |   |
| 6.        | Tembaga sebagai Cu                    | mg/L     | -                        | 1,5      |   |



| <b>C. <u>Mikro biologic</u></b> |                        |                      |   |     |  |
|---------------------------------|------------------------|----------------------|---|-----|--|
| 1.                              | Koliform total         | Jumlah per<br>100 ml | - | 0   |  |
| 2.                              | Jumlah kuman<br>Mangan | Jumlah per<br>100 ml | - | 200 |  |

Tabel 2.3. Daftar Persyaratan Air Kolam Renang

#### 2.9.4. Daftar Persyaratan Air Kolam Renang

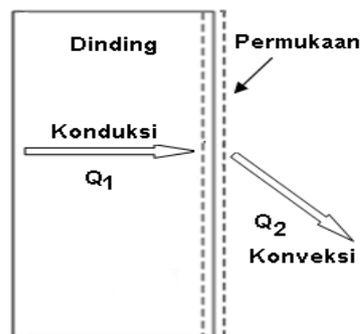
| No.       | PARAMETER                          | Satuan    | Kadar yang diperbolehkan |          | Keterangan  |
|-----------|------------------------------------|-----------|--------------------------|----------|---|
|           |                                    |           | Minimum                  | Maksimum |   |
| 1         | 2                                  | 3         | 4                        | 5        | 6   |
| <b>A.</b> | <b><u>FISIKA</u></b>               |           |                          |          |   |
| 1.        | <u>Bau</u>                         | -         | -                        | -        | Tidak berbau  |
| 2.        | Kejernihan                         | -         | -                        | -        | Piringan sechi garis tengah 150 mm pada kedalaman 1,25 m tampak jelas |
| 3.        | Minyak                             | -         | -                        | -        | Tidak berbau minyak dan tidak nampak lapisan/film Minyak              |
| 4.        | Warna                              | Skala TCU | -                        | 100      |   |
| <b>B.</b> | <b><u>KIMIA</u></b>                |           |                          |          |   |
| 1.        | Deterjen                           | mg/L      | -                        | 1,0      |   |
| 2.        | Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD)   | mg/L      | -                        | 5,0      | Sebagai O <sub>2</sub>  |
| 3.        | Oksigen terlarut (O <sub>2</sub> ) | mg/L      | 4,0                      | -        |   |
| 4.        | pH                                 | -         | 6,5                      | 8,5      |   |

|           |   |                   |   |     |  |
|-----------|---|-------------------|---|-----|--|
| <b>C.</b> | <b><u>Mikro biologic</u></b>              |                   |   |     |  |
| 1.        | Koliform total                            | Jumlah per 100 ml | - | 200 |  |
| <b>D.</b> | <b><u>Radio Aktivitas</u></b>             |                   |   |     |  |
| 1.        | Aktivitas Alpha<br>(Gross Alpha Activity) | Bq/L              | - | 0,1 |  |
| 2.        | Aktivitas Beta<br>(Gross Beta Activity)   | Bq/L              | - | 1,0 |  |

Tabel 2.4. Daftar Persyaratan Air Kolam Renang

### 2.10. Perpindahan Panas

Heat transfer adalah perpindahan energi karena adanya perbedaan temperatur yaitu dari temperatur tinggi ke temperatur lebih rendah. Ada tiga buah perpindahan panas yang ada yaitu radiasi, konduksi dan konveksi seperti diperlihatkan pada gambar 2.5. Pada kondensasi heat transfer secara radiasi dapat diabaikan karena peristiwa kondensasi dalam penelitian ini terjadi pada temperatur yang rendah.



Gambar 2.5. Perpindahan panas konduksi dan konveksi  
(Data Olahan Pribadi)

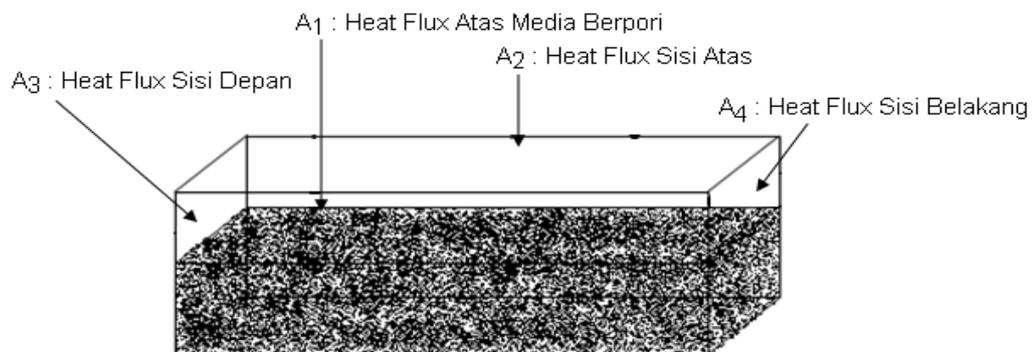
Konveksi merupakan pindah panas yang disertai perpindahan massa local zat. Perpindahan panas ini biasa terjadi pada zat cair dan gas. Konduksi merupakan

pindah panas yang terjadi tanpa disertai perpindahan massa local zat. Perpindahan panas ini biasa terjadi pada zat padat(Yohanes,Eko Dkk.2014).

### 2.11. Perpindahan Panas Konduksi

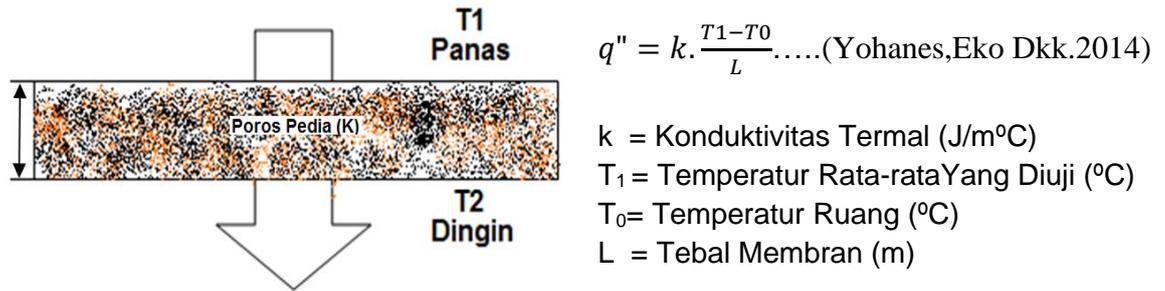
Heat flux kondensasi pada media arang tempurung kelapa difokuskan pada penyerapan panas per satuan luas area pada lapisan media berpori arang tempurung kelapa.Heat flux tersebut merupakan perpindahan panas yang mengalir pada lapisan media arang tempurung kelapa sebagai akibat pelepasan kalor uap saat menjadi kondensat.

Heat flux yang terjadi disamping akibat pelepasan kalor oleh uap tersebut juga dapat terjadi akibat beda temperatur antara uap sendiri dengan permukaan bawah media. Sehingga heat flux yang melewati lapisan media adalah berasal dari kalor laten kondensasi dan aliran kalor konduksi. Heat flux tersebut adalah penting untuk diketahui karena besar nilai kalor heat flux dapat mewakili kuantitas uap yang terkondensasi

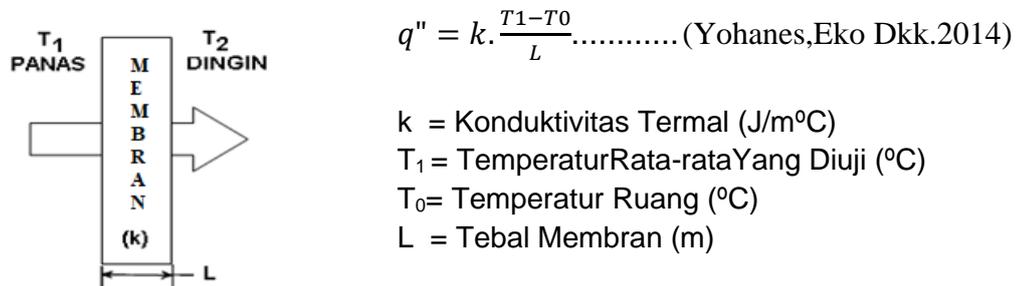


Gambar 2.6.Skema Heat Fluxs  
(Data Olahan Pribadi)

Pengukuran heat flux dilakukan dengan mengukur perbedaan temperatur yang melalui suatu material yang diketahui nilai konduktivitas panasnya. konduktivitas termal ( $k$ ) adalah propertis suatu material sebagai penghantar panas. (Yohanes,Eko Dkk.2014)



Gambar 2.7. Laju Heat Flux Pada Dinding Poros Pedia  
(Data Olahan Pribadi)



Gambar 2.8. Laju Heat Flux Pada Dinding Membran  
(Data Olahan Pribadi)

### 2.12. Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan panas Konveksi terjadi ketika aliran fluida membawa panas bersama dengan aliran materi. Persamaan untuk menghitung perpindahan panas konveksi :

$$H = h \cdot L \cdot \Delta T \dots\dots\dots (Asyari D. Yunus, 2009)$$

Dimana :

- $H$  = Laju Perpindahan (J/s)
- $h$  = Koefisien Konveksi Termal ( $W/m^2C$ )
- $\Delta T = T_1 - T_0$  ( $^{\circ}C$ )
- $T_1$  = Temperatur Rata-rata Yang Diuji ( $^{\circ}C$ )
- $T_0$  = Temperatur Ruang ( $^{\circ}C$ )

Menghitung Koefisien konveksi termal:

$$h = 0,664 \times \frac{k}{L} Re^{0.5} Pr^{0,333} \dots\dots\dots (Asyari D. Yunus, 2009)$$



Dimana :

$k$ = Konduktivitas Termal( $W/m^0C$ )

$L$ = Panjang Plat(m)

$Re$ =Bilangan Reynold

$Pr$ = Bilangan Prandtl

Sehingga di dapat perhitungan sebagai berikut :

Rumus :

$$Re = \frac{(v.L)}{\mu} \dots\dots\dots (Asyari D. Yunus, 2009)$$

$v$ = kecepatan fluida (m/s)

$L$ = panjang plat (m)

$\mu$ = viskositas kinematis ( $m^2/s$ )

| Temperature<br>$t$<br>°C | Density<br>$\rho$<br>kg/m <sup>3</sup> | Coefficient of Viscosity<br>$\mu \times 10^6$<br>Ns/m <sup>2</sup> s | Kinematic Viscosity<br>$\nu \times 10^6$<br>m <sup>2</sup> /s | Thermal Diffusivity<br>$\alpha \times 10^6$<br>m <sup>2</sup> /s | Prandtl Number<br>$Pr$ | Specific Heat<br>$c$<br>J/kgK | Thermal Conductivity<br>$k$<br>W/mK |
|--------------------------|--|--|---|--|------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| -50                      | 1.584                                  | 14.61  | 9.23  | 12.644   | 0.728                  | 1013                          | 0.02035                             |
| -40                      | 1.515                                  | 15.20  | 10.04   | 13.778   | 0.728                  | 1013                          | 0.02117                             |
| -30                      | 1.453                                  | 15.69  | 10.80   | 14.917   | 0.723                  | 1013                          | 0.02198                             |
| -20                      | 1.395                                  | 16.18  | 11.61   | 16.194   | 0.716                  | 1009                          | 0.02279                             |
| -10                      | 1.342                                  | 16.67  | 12.43   | 17.444   | 0.712                  | 1009                          | 0.02361                             |
| 0                        | 1.293                                  | 17.16  | 13.28   | 18.806   | 0.707                  | 1005                          | 0.02442                             |
| 10                       | 1.247                                  | 17.65  | 14.16   | 20.006   | 0.705                  | 1005                          | 0.02512                             |
| 20                       | 1.205                                  | 18.14  | 15.06   | 21.417   | 0.703                  | 1005                          | 0.02593                             |
| 30                       | 1.165                                  | 18.63  | 16.00   | 22.861   | 0.701                  | 1005                          | 0.02675                             |

Gambar 2.9. Tabel Property Values Of Dry Air At One Atm. Pressure  
(<https://taufiqurrokhman.wordpress.com/>)

|     |       |       |       |        |       |      |         |
|-----|-------|-------|-------|--------|-------|------|---------|
| 40  | 1.128 | 19.12 | 16.96 | 24.306 | 0.699 | 1005 | 0.02756 |
| 50  | 1.093 | 19.61 | 17.95 | 25.722 | 0.698 | 1005 | 0.02826 |
| 60  | 1.060 | 20.10 | 18.97 | 27.194 | 0.696 | 1005 | 0.02966 |
| 70  | 1.029 | 20.59 | 20.02 | 28.556 | 0.694 | 1009 | 0.03047 |
| 80  | 1.000 | 21.08 | 21.09 | 30.194 | 0.692 | 1009 | 0.03074 |
| 90  | 0.972 | 21.48 | 22.10 | 31.889 | 0.690 | 1009 | 0.03128 |
| 100 | 0.946 | 21.87 | 23.13 | 33.639 | 0.688 | 1009 | 0.03210 |
| 120 | 0.898 | 22.85 | 25.45 | 36.833 | 0.686 | 1009 | 0.03338 |
| 140 | 0.854 | 23.73 | 27.80 | 40.333 | 0.684 | 1013 | 0.03489 |
| 160 | 0.815 | 24.52 | 30.09 | 43.894 | 0.682 | 1017 | 0.03640 |
| 180 | 0.779 | 25.30 | 32.49 | 47.500 | 0.681 | 1022 | 0.03780 |
| 200 | 0.746 | 25.99 | 34.85 | 51.361 | 0.680 | 1026 | 0.03931 |
| 250 | 0.674 | 27.36 | 40.61 | 58.500 | 0.677 | 1038 | 0.04268 |
| 300 | 0.615 | 29.71 | 48.20 | 71.556 | 0.674 | 1047 | 0.04605 |

Gambar 2.10. Tabel Property Values Of Dry Air At One Atm. Pressure  
(<https://taufiqurrokhman.wordpress.com/>)

### 2.13. Tahanan Termal

Tahanan termal merupakan kemampuan suatu bahan untuk menghambat laju aliran kalor yang dapat dirumuskan dengan persamaan berikut:

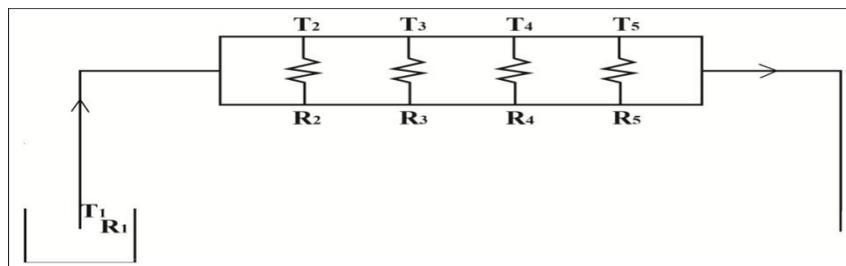
$$q'' = \frac{\Delta T}{R} \dots\dots\dots(\text{Asyari D. Yunus, 2009})$$

Dimana :

$q''$  = Perpindahan Panas Konduksi (J/m)

$R$  = Resistan (J)

$\Delta T$  =  $T_1 - T_0$  (°C)



Gambar 2.11. Tahanan Termal  
(Data Olahan Pribadi)

### 2.14. Efisiensi Alat Filtrasi

**Efisiensi** adalah suatu ukuran keberhasilan sebuah kegiatan yang dinilai berdasarkan besarnya biaya/ sumber daya yang digunakan untuk mencapai hasil yang diinginkan dengan persamaan berikut :

$$\eta = \frac{(M_2 \times C_p \times \Delta T)}{(M_1 \times C_p \times \Delta T)} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{Ali Hasimi Pane, 2015})$$

Dimana :

$(M_1 \cdot C_p \cdot \Delta T)$  = Energi Masuk

$(M_2 \cdot C_p \cdot \Delta T)$  = Energi Keluar

$\eta$  = Efisiensi (%)

$M_1$  = Massa air laut awal

$M_2$  = Massa air laut setelah masuk filtrasi

$C_p$  = Kapasitas kalor air

$\Delta T$  = (Temperatur awal – Temperatur akhir)