

**RANCANG BANGUN DAN UJI COBA PIPA DESTILASI AIR
LAUT MENJADI AIR TAWAR DENGAN MEMANFAATKAN
SAMPAH SEBAGAI SUMBER ENERGI**



RIZKY MARRAPELICO

5315097064

**Skripsi Ini Ditulis Untuk Sebagai Memenuhi Sebagai Persyaratan Untuk
Mendapatkan Gelar Sarjana Pendidikan**

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2015

LEMBARAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Rancang Bangun dan Uji Coba PIPA Desalinasi dengan Memanfaatkan Sampah Sebagai Bahan Bakar
Nama : Rizky Marrapelico
No. Registrasi : 5315097064

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
<u>1. Dr. Darwin Rio B. Syaka, M.T</u> NIP.197604222006042001	Pembimbing I
<u>2. Ahmad Kholil, M.T</u> NIP. 197908312005011001	Pembimbing II

Dewan Penguji :

<u>3. Drs. H. Supria Wiganda, M.Pd.</u> NIP. 195106041984031001	Ketua Sidang
<u>4. Ja'far Amirudin, M.T</u> NIP. 197301152005011001	Sekretaris
<u>5. Drs. Sugeng Priyanto, M.Sc</u> NIP. 196309152001121001	Dosen Ahli

Tanggal Lulus : 06 Februari 2015

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin
Universitas Negeri Jakarta

Ketua Prodi Teknik Mesin
Universitas Negeri Jakarta

Dr. Eng Agung Premono, S.T, M.T
NIP. 197705012001121002

Ahmad Kholil, S.T, M.T
NIP.197908312005011001

ABSTRAK

Marrapelico, Rizky. “Perancangan dan pengujian alat desalinasi air laut dengan memanfaatkan sampah sebagai sumber energi. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang pipa yang digunakan untuk destilasi Destilasi, selain itu bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari tiap jenis volume hasil air dan kadar garam dari bahan sampah (batok kelapa, ranting kayu, plastik dan campuran) yang digunakan untuk proses pembakaran air destilasi.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengujian langsung. Penelitian dilakukan di laboratorium otomotif Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Jakarta, Oktober-Desember 2014. Penelitian ini memiliki beberapa tahap, diantaranya tahap perancangan dengan bantuan perangkat lunak *solidwork*, lalu proses bangun pipa destilasi yang dilakukan dengan pengerjaan produksi, setelah itu pengujian secara langsung dilaksanakan.

Analisis data yang dilakukan adalah dengan analisis hipotesis dengan menggunakan uji t untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh antara jenis sampah dengan suhu yang dihasilkan dan pengaruh jenis sampah terhadap kadar garam. Analisis ini sebagai acuan dalam pemilihan jenis sampah untuk menghasilkan volume yang dibutuhkan dalam proses destilasi sehingga mencapai hasil air tawar .

Kata kunci : Pipa Destilasi, desalinasi, destilasi

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa terpanjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“perancangan dan pengujian Pipa desalinasi air laut menjadi air tawar dengan memanfaatkan Sampah sumber energi.**

Begitu banyak pelajaran dan pengalaman baru yang diperoleh selama proses pengerjaan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam menyusun skripsi ini tidak lepas dari bantuan, dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Eng Agung Premono, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.
2. Bapak Ahmad Kholil,ST, MT, selaku Ketua Program Studi dan Kordinasi Skripsi SI Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.
3. Bapak Dr Darwin Rio Syaka ST,MT selaku dosen pembimbing I
4. Bapak Ahmad Kholil ST,MT selaku dosen pembimbing II
5. Bapak Drs.H Sophian selaku pembimbing akademik.
6. Kedua Orang Tua penulis, Yutmar Jalili, dan Maesaroh, serta adik-adik qu, Riki & Rika yang tiada hentinya memberikan motivasi,nasihat,semangat dan doa khususnya selama penulisan skripsi ini.
7. Segenap dosen pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNJ
8. Yhuliani Widarti yang telah memberikan semangat dan membantu penulisan dalam penyusunan skripsi ini.
9. Kepada teman-teman seperjuangan Teknik Mesin 2009 yang selalu memberikan semangat dan masih banyak lagi yang tidak bias disebutkan satu persatu untuk semangat dan solidaritasnya.

10. Serta semua pihak yang telah membantu terselesaikannya penulisan skripsi ini dari awal sampai akhir yang tidak disebutkan dalam tulisan ini.

Penulis sangat menyadari akan keterbatasan dari penulis sehingga skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran membangun sangat penulis harapkan. Harapan penulis adalah skripsi ini dapat menjadi sumbangan pemikiran yang bermanfaat.

Jakarta, Februari 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	vi

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	2
C. Pembatasan Masalah	2
D. Perumusan Masalah.....	3
E. Tujuan Penelitian.....	3

BAB II LANDASAN TEORI

A. Perancangan pipa destilasi.....	4
B. Proses destilasi.....	7
C. <i>Multi stage flash distillation</i>	9
D. <i>Multiple effect distillation</i>	11
E. <i>Vapor compression method</i>	12
F. Komposisi Air laut	15
G. Kebutuhan air dalam rumah tangga.....	15
H. Jumlah Energi Sampah	16
I. Konduksi.....	17
J. Termokopel.....	17

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Tujuan Penelitian.....	20
B. Tempat dan Waktu Penelitian	20
C. Metode Penelitian	20
D. Instrumen Penelitian.....	21
E. Tahapan Penelitian	22
F. Alur Kerja Penelitian.....	23
G. Bahan dan alat	25
H. Pengujian	30
I. Analisis	30

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Hasil Perancangan Desain Pipa Destilasi	35
B. Analisis Hasil Perhitungan kebutuhan Panas pipa	37
C. Analisis Hasil Uji Destilasi pada Volume air laut.....	38
D. Analisis Hasil pengujian Pembakaran Pada Volume air 123 Liter	40
E. Analisis Hasil pengujian Pembakaran Pada Volume air 103 Liter	43
F. Analisis Hasil pengujian Pembakaran Pada Volume air 74 Liter	46
G. Analisis Hasil pengujian Pembakaran Pada Volume air 53 Liter	48
H. Analisis Pengaruh Jenis Sampah Terhadap Kadar Garam	52
I. Analisis Hipotesis	53

BAB V KASIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.....	56
B. Saran	57

DAFTAR PUSTAKA	58
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN	60
-----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Air laut	15
Tabel 2.2 Kebutuhan Air dalam Rumah Tangga.....	15
Tabel 4.1 Volume Bak Penampung.....	36
Tabel 4.2 Volume Air Pada penelitian	39
Tabel 4.3 Data Kecepatan angin.....	40
Tabel 4.4 Data Analisis Hipotesis Pengaruh Jenis Sampah Terhadap Volume Air ..	53
Tabel 4.5 Data Analisis Hipotesis Pengaruh Jenis Sampah Terhadap Kadar Garam .	54
Tabel 4.6 Data Analisis Hipotesis Pengaruh Volume Terhadap Kadar Garam.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kurva Tekanan Uap Air Laut	8
Gambar 2.2 <i>MultiStage Flash Distillation</i>	9
Gambar 2.3 <i>Multiple effect Evaporation</i>	12
Gambar 2.4 <i>Vapour Compression Method</i>	14
Gambar 3.1 Alur Kerja Pipa Destilasi	22
Gambar 3.2 Gambar Rangkaian Destilasi Tampak Samping	23
Gambar 3.3 Gambar Rangkaian Destilasi Tampak Belakang	24
Gambar 3.4 Gambar Rangkaian Destilasi Tampak Depan.....	24
Gambar 3.5 Gambar Pipa <i>Stainless Steel</i>	25
Gambar 3.6 Tabung las <i>Argon</i>	26
Gambar 3.7 <i>Stick Holder Las Argon</i>	27
Gambar 3.8 <i>Argon Welder</i>	27
Gambar 3.9 Alat Ukur Ph Air.....	28
Gambar 3.10 Alat Ukur Kadar garam	28
Gambar 3.11 <i>Termokopel Tipe K</i>	29
Gambar 3.12 <i>Clam Meter</i>	29
Gambar 4.1 Pipa <i>Heater</i>	35
Gambar 4.2 Pipa Masuk dan Air Keluar	36
Gambar 4.3 Grafik Kebutuhan Panas Tungku.....	38
Gambar 4.4 Grafik rata-rata Kadar Garam dan Volume air hasil dari level Air 123 Liter	41
Gambar 4.5 Grafik rata-rata suhu Tungku level air 123 Liter.....	41
Gambar 4.6 Grafik rata-rata Kadar Garam dan Volume air hasil dari level Air 103 Liter	44

Gambar 4.7 Grafik rata-rata suhu Tungku level air 103 Liter.....	44
Gambar 4.8 Grafik rata-rata Kadar Garam dan Volume air hasil dari level Air 74 Liter	47
Gambar 4.9 Grafik rata-rata suhu Tungku level air 74 Liter.....	47
Gambar 4.10 Grafik rata-rata Kadar Garam dan Volume air hasil dari level Air 53 Liter	49
Gambar 4.11 Grafik rata-rata suhu Tungku level air 53 Liter.....	49
Gambar 4.12 Grafik Analisis rata-rata Salinitas Dan Volume hasil Air Destilasi	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Uji Kadar Garam Dengan Volume 123 Liter	60
Lampiran 2 Hasil Uji Kadar Garam Dengan Volume 103 Liter	64
Lampiran 3 Hasil Uji Kadar Garam Dengan Volume 74 Liter	68
Lampiran 4 Hasil Uji Kadar Garam Dengan Volume 53 Liter	72
Lampiran 5 Data analisis hipotesis Pengaruh jenis sampah Terhadap kadar garam.	76
Lampiran 6 Data analisis hipotesis Pengaruh Jenis Sampah Terhadap kadar garam	81
Lampiran 7. Data analisis hipotesis Pengaruh Volume Terhadap kadar garam	86
Lampiran 8.Perhitungan Kebutuhan panas.....	91
Lampiran 9 Tabel data statistic uji t	95

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara maritim yang terdiri dari bentangan pulau-pulau yang tersusun dari sabang sampai marauke terdapat pula ratusan pulau-pulau kecil yang memiliki masalah dengan air tawar. Masalah ini dilatar belakangi oleh banyak faktor, mulai dari kurangnya infrastruktur yang tersedia, akses transportasi untuk menjangkau pulau tersebut serta banyak hal lainnya yang menyebabkan banyaknya terjadi krisis air tawar di pulau-pulau kecil di Indonesia.

Salah satu pulau kecil yang padat penduduk adalah kepulauan seribu, masalah di kepulauan ini tidak hanya krisis air tawar, tetapi juga dari sampah rumah tangga dan sampah kiriman yang terbawa ombak dari laut Jakarta menyebabkan lingkungan menjadi tercemar. Kepulauan seribu yang kita tahu merupakan salah satu tujuan favorit dari banyak masyarakat, tentu masalah tersebut merupakan salah satu pengganggu bagi masyarakat dan juga wisatawan yang akan berkunjung kesana. Melihat realita tersebut kami memiliki gagasan untuk menyelesaikan ke dua masalah tersebut yakni kurangnya air tawar dan sampah dengan melakukan **“Perancangan dan pengujian Pipa destilasi air laut dengan memanfaatkan sampah sebagai sumber energinya”**.

Desalinasi berarti pemisahan air tawar dari air asin. Metoda yang digunakan pada pada proses ini disebut desalinasi air asin. Dalam pemisahan air tawar dari air asin, ada

beberapa teknologi proses desalinasi yang telah banyak dikenal antara lain yakni proses destilasi/penguapan, teknologi proses dengan membrane, proses pertukaran ion dll.¹

Alat desalinasi yang kami rancang adalah alat desalinasi dengan menggunakan metode destilasi (penguapan). Pada proses destilasi, air laut dipanaskan untuk menguapkan air laut dan kemudian uap air yang dihasilkan dikondensasikan untuk memperoleh air tawar. Proses ini menghasilkan air tawar yang sangat tinggi tingkat kemurniaannya dibandingkan dengan proses lain. Energi panas yang merupakan komponen utama dalam proses destilasi disini kami menggantinya dengan menggunakan sampah, hal ini kami lakukan untuk membantu kelestarian pulau dan membantu meringankan beban para penduduk yang ada di kepulauan seribu. Perancangan alat desalinasi air laut menjadi air tawar dengan memanfaatkan sampah sebagai sumber energi panasnya ini diharapkan dapat membantu memenuhi kebutuhan air tawar yang layak bagi seluruh penduduk kepulauan.

B. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan diatas, dapat di Identifikasikan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang bangun alat pengolahan air laut dengan sistem destilasi dengan memanfaatkan sampah rumah tangga sebagai sumber panas ?
2. Berapa kapasitas yang optimal pada Volume air laut dari alat destilasi yang memanfaatkan sampah rumah tangga sebagai sumber panas tersebut ?

¹ Nusa Idaman Said, Pengolahan air payau menjadi air minum dengan teknologi *reverse osmosis* , 444

3. Adakah pengaruh volume air laut terhadap hasil dari Destilasi Air laut ?

C. Batasan Penelitian

Dari beberapa masalah yang diidentifikasi di atas, untuk lebih memfokuskan hal yang diteliti juga mengingat keterbatasan waktu, biaya dan kemampuan penulis maka penulisan dibatasi pada.

1. Proses Merancang pipa pada alat destilasi sehingga dapat terjadi proses destilasi
2. penelitian ini menggunakan 4 level volume air laut sebagai sumber proses destilasi

D. Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dikemukakan, yaitu Bagaimana cara merancang dan membuat alat desalinasi air laut menjadi air tawar dengan memanfaatkan sampah rumah tangga sebagai sumber energi untuk aplikasi dikepulauan kecil yang padat penduduk ?.

E. Tujuan Penelitian

1. Untuk merancang Sebuah Alat Pengubah air laut Menjadi air Tawar .
2. Untuk mengetahui Jenis sampah terhadap volume
3. Untuk mengetahui Jenis sampah terhadap kadar garam
4. Untuk Mengetahui Jenis volume terhadap kadar garam yang dihasilkan

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1 Perancangan Pipa Destilasi

Perancangan menurut ensiklopedia nasional Indonesia adalah; proses pengambilan keputusan mengenai apa yang akan dilakukan dimasa yang akan datang, kapan, bagaimana, dan siapa yang melakukan.²

Dalam jurnal penelitian dan pengembangan pemukiman, Eko W. Irianto dan Babrudin Mahbub mendefinisikan bahwa perancangan instalasi adalah; bagian dari suatu studi literature yang bertujuan untuk mengetahui secara garis besar kemampuan dari instalasi yang di rencanakan.³

Instalasi itu sendiri menurut Ensiklopedia Nasional Indonesia adalah segala perangkat peralatan meliputi peralatan teknik disertai mesin-mesin dan perlengkapannya, pipa-pipa penghubung dan sebagainya, dan yang dimaksud dengan pengolahan adalah usaha- usaha teknik yang dilakukan untuk mengubah sifat-sifat suatu zat. Jadi instalasi pengolahan adalah segala perangkat peralatan meliputi peralatan teknik disertai mesin-mesin dan perlengkapannya, pipa-pipa penghubung dan sebagainya yang diusahakan untuk mengubah sifat-sifat suatu zat yang berbahaya menjadi tidak berbahaya bagi manusia dan sekelilingnya bahkan dapat menjadi bahan-bahan yang berguna. Dengan memperhatikan pendapat diatas maka yang dimaksud dengan perancangan pengolahan air payau dalam skripsi ini adalah studi literatur untuk

² *Ensiklopedia Nasional Indonesia Jilid 13* (Jakarta :PT. Cipto Adi Pustaka, 1990), hlm 50

³ Eko W. Irianto & Babrudin Mahbub, *Instalasi pengolahan air sangat sederhana/IPAS sebagai modifikasi SIPAS*, Jurnal Penelitian & Pengembangan Pemukiman, No.37 Tahun III-KW 1996, Puslitbang Pengairan, hlm.39

merumuskan sesuatu alat desalinasi air laut dengan metode destilasi dengan memanfaatkan sampah yang ada sebagai sumber bahan bakar pemanas tungku Destilasi, yang diusahakan dapat membantu memenuhi kebutuhan air di Kepulauan Seribu dan mengurangi jumlah sampah yang ada di sekitar. *Destilasi Sederhana*

Destilasi sederhana atau destilasi biasa adalah teknik pemisahan kimia untuk memisahkan dua atau lebih komponen yang memiliki perbedaan titik didih yang jauh. Suatu campuran dapat dipisahkan dengan destilasi biasa ini untuk memperoleh senyawa murni. Senyawa yang terdapat dalam campuran akan menguap saat mencapai titik didih masing-masing.

1. Destilasi Fraksionasi (Bertingkat)

Sama prinsipnya dengan destilasi sederhana, hanya destilasi bertingkat ini memiliki rangkaian alat kondensor yang lebih baik, sehingga mampu memisahkan dua komponen yang memiliki perbedaan titik didih yang berdekatan. Untuk memisahkan dua jenis cairan yang sama mudah menguap dapat dilakukan dengan destilasi bertingkat. Destilasi bertingkat adalah suatu proses destilasi berulang. Proses berulang ini terjadi pada kolom fraksional. Kolom fraksional terdiri atas beberapa plat dimana pada setiap plat terjadi pengembunan. Uap yang naik plat yang lebih tinggi lebih banyak mengandung cairan yang lebih atsiri (mudah menguap) sedangkan cairan yang kurang atsiri lebih banyak kondensasi.

2. Destilasi Azeotrop

Memisahkan campuran *azeotrop* (campuran dua atau lebih komponen yang sulit di pisahkan), biasanya dalam prosesnya digunakan senyawa lain yang dapat memecah ikatan *azeotrop* tersebut atau dengan menggunakan tekanan tinggi

3. Destilasi Uap

Cara untuk memurnikan zat / senyawa cair yang tidak larut dalam air, dan titik didihnya cukup tinggi, sedangkan sebelum zat cair tersebut mencapai titik didihnya, zat cair sudah terurai, teroksidasi atau mengalami reaksi pengubahan (*rearrangement*), maka zat cair tersebut tidak dapat dimurnikan secara destilasi sederhana atau destilasi bertingkat, melainkan harus didestilasi dengan destilasi uap. Destilasi uap adalah istilah yang secara umum digunakan untuk destilasi campuran air dengan senyawa yang tidak larut dalam air, dengan cara mengalirkan uap air kedalam campuran sehingga bagian yang dapat menguap berubah menjadi uap pada temperatur yang lebih rendah dari pada dengan pemanasan langsung.

4. Destilasi Vakum

Memisahkan dua komponen yang titik didihnya sangat tinggi, metode yang digunakan adalah dengan menurunkan tekanan permukaan lebih rendah dari 1 atm, sehingga titik didihnya juga menjadi rendah, dalam prosesnya suhu

yang digunakan untuk mendistilasinya tidak perlu terlalu tinggi. Destilasi Vakum⁴

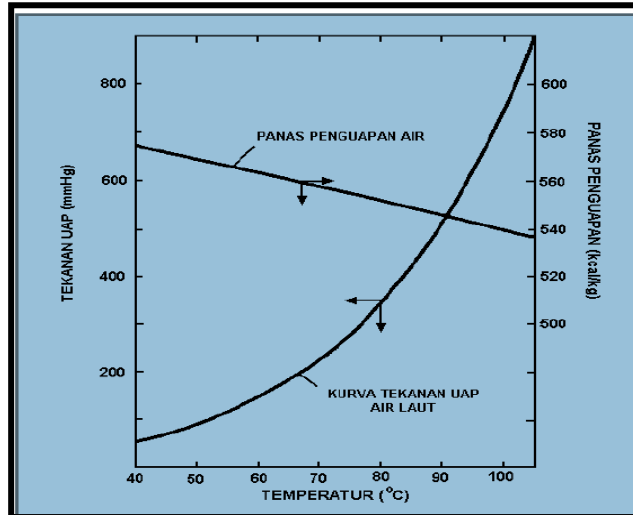
2.2 Proses Destilasi (Penguapan)

Pada proses distilasi, air laut dipanaskan untuk menguapkan air laut dan kemudian uap air yang dihasilkan dikondensasi untuk memperoleh air tawar. proses ini menghasilkan air tawar yang sangat tinggi tingkat kemurniannya dibandingkan dengan proses lain. Air laut mendidih pada 100⁰ C pada tekanan atmosfer, namun dapat mendidih dibawah 100⁰ C apabila

Tekanan diturunkan seperti terlihat pada Gambar 2.1 penguapan air yang terjadi sebagai panas laten. Apabila Uap air dikondensasi maka panas laten akan dilepaskan yang dapat dimanfaatkan untuk pemanasan awal air laut.

Korosi (Karat) sudah tentu akan merusak peralatan dan perpipaan, yang dapat mengakibatkan system pengolahan tidak dapat beroperasi, yang kemudian akan menghabiskan biaya dan waktu yang tidak sedikit pada saat perbaikan. Produksi air akan terhenti pada periode itu. Oleh karena itu pemilihan bahan merupakan hal yang sangat penting. Proses desalinasi telah bertahun-tahun dan telah dihasilkan beberapa perbaikan.

⁴ K. B. A. Walangare, A. S. M. Lumenta, J. O. Wuwung, B. A. Sugiarto, *Rancang Bangun Alat Konversi Air Laut Menjadi Air Minum Dengan Proses Destilasi Sederhana Dengan Menggunakan Pemanas Elektrik*, (Mendo:Jurusan Teknik Elektro-FT UNSRAT,2013),hlm.1



Gambar 2.1 Kurva tekanan uap air laut dengan konsentrasi garam 3,5% dan panas penguapan.⁵

Pada Proses destilasi, air laut digunakan sebagai air pendingin dalam hal ini jumlah air laut yang diperlukan sebesar 8 sampai 10 kali dari air tawar yang dihasilkan. Steam dari boiler atau sumber lainnya dapat digunakan sebagai media pemanas dan suatu rancangan akan memerlukan jumlah steam pemanas 1/6 sampai 1/8 dari air yang dihasilkan. Perbandingan jumlah produksi air tawar terhadap jumlah panas steam yang diperlukan disebut *performance Ratio* Atau *Gained Output Ratio* (GOR). Rancangan biasanya memakai performance ratio 6 sampai 8. Masalah yang biasa timbul pada semua jenis system destilasi adalah kerak dan karat pada peralatan. Apabila terjadi kerak pada *tube* penukaran panas evaporator maka efisiensi panas harus diberhentikan untuk

⁵ Nusa Idaman Said, Pengolahan air payau menjadi air minum dengan teknologi *reverse osmosis* , 446

pembersihan *Tube* dengan asam. Penerapan pengolahan yang efektif yang sangat diperlukan.⁶

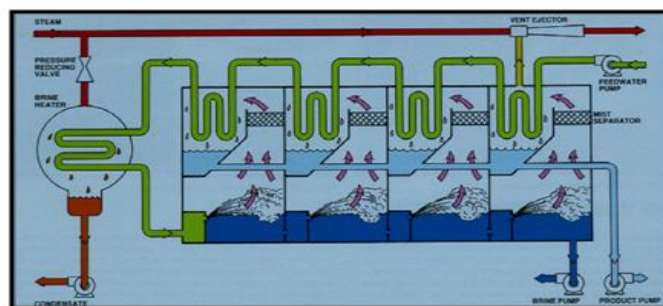
Proses distilasi dibagi dalam 3 sistem utama yaitu yakni: *Multistage flash distillation, multiple effect distillation dan Vapor compression distillation*. Penjelasan singkat setiap proses tersebut akan diuraikan dibawah ini.⁷

2.2.1 Multi Stage Flash Distillation

a. Proses Pengolahan

Apabila air laut yang telah dipanaskan dialirkan kedalam *vessel* pada tekanan kecil, sebagian dari air laut yang dipanaskan akan segera mendidih dengan mengambil panas penguapan dari sisa air laut, sehingga mengakibatkan penurunan temperatur sisa air laut.

Fenomena ini disebut *flash evaporation*.



Gambar 2.2 adalah diagram yang disederhanakan tentang proses *multistage flash distillation*⁸

⁶ Nusa Idaman Said, *Pengolahan Air Payau Menjadi Air Minum dengan Teknologi Reverse Osmosis*, hlm, 446-447

⁷ Nusa Idaman Said, *Pengolahan Air Payau Menjadi Air Minum dengan Teknologi Reverse Osmosis*, hlm, 445

⁸ Ibid, hlm 447

Evaporator (penguap dibagi dalam beberapa bagian yang disebut *stage*. Gambar tersebut memperlihatkan empat *stage* (tahap) evaporator, namun pada umumnya di tempat pengolahan terdapat lebih dari sepuluh *stage*. Setiap *stage* selanjutnya dibagi menjadi *flash chamber* yang merupakan ruangan yang terletak dibawah pemisah kabut dan bagian kondensor yang teretak di atas pemisah kabut.

Air laut dialirkan dengan pompa kedalam bagian kondensor melalui tabung penukar gas dan hal ini menyebabkan terjadinya pemanasan air laut oleh uap air yang terjadi dalam setiap bagian *flash chamber*. Kemudian air laut selanjutnya dipanaskan dalam pemanas garam dan kemudian di alirkan kedalam *flash chamber* tahap pertama.

Setiap tahap dipertahankan dengan kondisi vakum tertentu dengan sistem *vent ejector*, dan beda tekanan antara tahap-tahap dipertahankan dengan sisitem *vent orifices* yang terdapat pada vent penyambung pipa yang menyambungkan antara tahap-tahap.

Air laut yang telah panas mengalir dari tahap bertempratur tinggi ke tahap bertempratur rendah melalui suatu bukaan kecil antara setiap tahap yang disebut *brine orifice*, sementara itu penguapan tiba-tiba terjadi dalam setiap shamber, air laut pekat keluar dari tahap akhir dengan menggunakan pompa garam.

Uap air yang terjadi dalam *flash chamber* pada setiap tahap mengalir melalui pemisah kabut, dan mengeluarkan panas laten ke dalam tabung penukar panas sementara air laut mengalir melalui bagian dalam dan kemudian uap berkondensasi. Air yang terkondensasi dikumpulkan dalam wadah.

Air yang terkondensasi biasa disebut destilasi atau uap air produk, yang dihasilkan dari pemanasan air laut secara bertahap yakni dari tahap bertemperatur panas ke tahap bertemperatur rendah dan dipisahkan dari tahap terakhir dengan pompa produk.⁹

2.2.2 *Multiple Effect Distillation*

Multiple effect adalah suatu proses yang terdiri dari beberapa *flash chamber* yang disebut “effect”. Dalam proses ini, hanya effect pertama yang dialiri steam dari boiler dan *effect* kedua dan selanjutnya memperoleh steam yang diproduksi oleh *effect* sebelumnya.

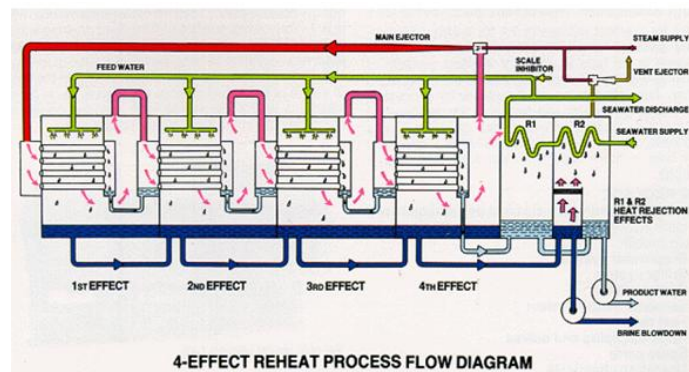
Dalam multi *effect evaporator*, air laut disemprotkan kebagian luar dari tabung penukar panas yang diletakkan secara horizontal. Pada saat uap air yang lebih panas yang terdapat dalam tabung berkondensasi dan menghasilkan air tawar, saat itu pula menyebabkan air laut diluar tabung mendidih, dan menghasilkan uap air baru yang kemudian mengalir ke tabung penukar panas berikutnya. Setiap *effect* mengurangi tekanannya dibawah tekanan jenuh dari temperatur *brine* (air laut yang lekat karena evaporasi)

Proses kondensasi/evaporasi berulang-ulang sejak dari efek pertama hingga efek keempat dan air tawar dan air laut pekat yang diproduksi mengalir kedalam ruang lain yang mengandung efek penolakan panas R1 dan R2. Dalam hal ini pengulangan

⁹ Ibid, hlm 447-448

Evaporasi sesuai dengan nomer efek yang memproduksi air tawar dengan efisiensi panas tinggi.

Sistem pengolahan desalinasi *Reheat* (RH) adalah kombinasi dari *multi effect evaporator* dan *thermo-compressor*. *Thermo-compressor* adalah *jet ejector steam* dan disebut *ejector* utama dalam proses. *Ejector* utama menyedot uap bertemperatur rendah dari efek keempat, kemudian memadatkannya dan mengalirkan campuran steam dan uap yang lebih panas ke efek pertama. *Vent ejector* dipasang dengan maksud yang sama seperti pada sistem *multistage flash distillation* dan zat penghambat kerak terpilih disuntikkan ke dalam air baku. Gambar 2.2 memperlihatkan *flow diagram* desalinasi air laut dengan proses *Multiple Effect Evaporation*¹⁰



Gambar 2.3 Flow diagram desalinasi air laut dengan proses *multiple effect evaporation*¹¹

2.2.3 Vapour Compression Method

Apabila dilakukan penekanan adiabatik terhadap uap air, maka temperatur akan naik dan terkondensasi pada temperatur tinggi. Berdasarkan teori ini, uap air yang

¹⁰ Ibid, hlm 451-452

¹¹ Ibid, hlm 447

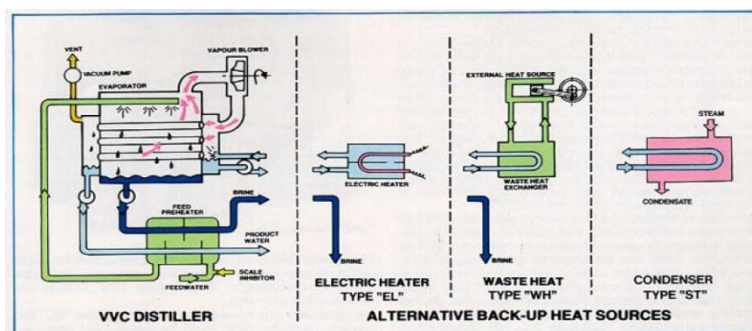
diproduksi dalam evaporator dapat digunakan kembali sebagai steam pemanas untuk evaporator yang sama. Proses ini disebut *vapour compression distillation*.

Dalam sistem ini terdapat empat komponen utama ; pemanas awal air baku, tabung evaporator horizontal dan thin film evaporator, *blower* uap sebagai kompresor dan pemanas auat penukar panas yang mengambil panas dari beberapa sumber panas cadangan. Kondisi vakum pada pengolahan dipertahankan dengan menggunakan pompa vakum kecil. Air baku yang masuk diolah dengan sejumlah zat kecil penghambat kerak.

Air laut mula-mula dihangatkan dengan pemanas awal air baku, kemudian dialirkan kebagian atas dari evaporator dan disemburkan keseluruhan bagian luar dari tabung penukar panas. Air laut menjadi berupa lapisan film tipis diatas permukaan tabung dan kemudian menguap karena terjadinya kondensasi uap air yang lebih panas yang berada di dalam tabung. Uap air yang terbentuk dari air laut disedot dan ditekan oleh *blower* uap dan tempratur naik beberapa derajat dan kemudian dialirkan ke tabung penukar panas, yang di dalam uap air terkondensasi menjadi air tawar sebagai produk pengolahan.

Sejumlah panas meninggalkan evaporator bersama produksi air dan air pekat. Pemanas awal air baku memanfaatkan panas tersebut semaksimal mungkin. Namun sejumlah kecil tetap hilang bersama aliran yang di keluarkan (air tawar dan air pekat) dan keluar ke lingkungan sekitar. Sejumlah panas yang sama dengan panas yang hilang harus dimasukkan kembali dan dipasok dari sumber panas dengan tujuan untuk mempertahankan proses dalam keadaan tetap. Sumber panas dapat berupa listrik, steam, gas panas atau air panas dengan tempratur di atas 80 derajat.

Sejumlah besar panas secara efektif disirkulasi dalam proses evaporasi/kondensasi secara terus menerus. Konsumsi tenaga listrik dari blower uap lebih kecil dari sepersepuluh panas evaporasi dan efisiensi thermal tinggi tercapai. Namun sumber energy utama adalah tenaga listrik dan jumlah konsumsi besar dibandingkan dengan proses lainnya. *Vapour compression distillation* hanya cocok digunakan dengan kapasitas kecil. Flow diagram proses *vapour compression method* di tunjukan pada gambar 2.3.¹²



Gambar 2.4 Flow diagram desalinasi air laut dengan proses *Vapour Compression Method*.¹³

¹² Ibid, hlm 452-453

¹³ Ibid, hlm 453

Tabel 2.1 Komposisi air laut

No	Ion	Garam per kg air laut
1	Cl ⁻	19,354
2	Na ⁺	10,77
3	K ⁺	0,399
4	Mg ²⁺	1,290
5	Ca ²⁺	0,4121
6	SO ₄ ²⁺	2,712
7	Br ⁻	0,0673
8	F ⁻	0,0013
9	B	0,0045
10	Sr ²⁺	0,0079
11	IO ₃ ⁻ , I ⁻	6,0 X 10 ⁻⁵

14

Tabel 2.2 Kebutuhan air dalam rumah kepala keluarga

**Kebutuhan Air Bersih per orang per hari Menurut Departemen
Pekerjaan Umum**

Kategori Kota	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Konsumsi Air (liter/org/hari)
Metropolitan	1.000.000	190
Besar	500.000 – 1.000.000	170
Sedang	100.000 – 500.000	150
Kecil	20.000 – 100.000	130
Desa	20.000	30

15

¹⁴ Rilley and skirow,1975

¹⁵ Muhammad Fauzi, FE UI, 2010.hlm 18 faktor factor yang tinjaun literature

No.	Parameter	Nilai kisaran untuk Budidaya Ikan	Peralatan Pengukuran
Aspek Fisik			
1.	Suhu	20 – 30 °C	Termometer
2.	Kecerahan	> 10 cm	Secchi Disc
3.	Kekeruhan	25 – 400 JTU	Turbiditymeter
4.	Salinitas	Air tawar 0 – 5 ‰ Air payau 6 – 29 ‰ Air tawar 30 – 35 ‰	Salinometer/ Refraktometer
5.	Debit air	Air deras 50 l/dt Air tenang 0,5 – 5 l/dt	Current meter
Aspek Kimia			
1.	Oksigen terlarut	5 – 6 ppm	DO meter/Metode Winkler
2.	Karbondoksida	Max 25 ppm	CO meter/Metode Titasi
3.	pH	6,5 – 8	pH meter/Kertas Lakmus
4.	Alkalinitas	50 – 500 ppm CaCO ₃	
5.	Kesadahan	3 – 15 dH	dH meter
6.	Ammonia	< 1,5 ppm	Spektrofotometer
7.	H ₂ S	< 0,1 ppm	Spektrofotometer
8.	Nitrit	< 0,2 ppm	Spektrofotometer
9.	Nitrat	0 – 1,5 ppm	Spektrofotometer
10.	Phospat	< 0,02 ppm	Spektrofotometer
Aspek Biologi			
1.	Kelimpahan Plankton	Sesuai kebutuhan	Planktonnet/ Haemocytometer
2.	Kelimpahan Benthos		Ekman Dredge
3.	Kelimpahan Perifiton		

16

2.3 Jumlah energi sampah

Waste to Energy (Menggunakan energi sampah)

Sampah memang mengandung energi. Pada sampah organik berupa sisa tumbuhan, energi itu berasal dari matahari yang ditangkap oleh tumbuhan hijau melalui proses fotosintesis. Sampah non organik berupa plastik mengandung energi yang berasal dari bahan bakar minyak, batubara dan gas yang digunakan dalam proses sintesis zat kimia sederhana menjadi zat kimia yang kompleks. Energi dalam sampah organik/non organik, baik yang berupa sisa tumbuhan maupun sisa bahan berupa zat kimia sintetik dapat dibebaskan lagi dengan pembakaran. Energi yang dibebaskan itu dapat digunakan untuk memanaskan air dalam ketel uap dan uap yang terbentuk dapat

¹⁶ Layanan informasi peyuluhan ikan, menteri kelautan dan perikanan

digunakan untuk memutar turbin pembangkit listrik. Terjadilah konversi sampah jadi energi (*waste to energy*). Pada prinsipnya sampah itu digunakan sebagai bahan bakar pengganti bahan bakar minyak, gas atau batubara. Teknologi sampah menjadi energi adalah dengan pembusukkan sampah secara anaerobik untuk menghasilkan gas metan. Gas metan yang terbentuk dikumpulkan dan digunakan sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik. Dalam proses ini metan diubah menjadi CO₂ yang potensi pemanasan globalnya adalah 1/20 metan.

Aliran panas hanya berlangsung kearah radial (arah r) saja luas bidang aliran panas dalam system slinder ini

2.3 Konduksi

Konduksi adalah proses perpindahan panas melalui kontak langsung antara molekul zat yang berbeda suhu. Besaran perpindahan panas secara konduksi tergantung pada nilai konduktivitas panas bahan. Namun biasanya pada pelat kolektor, kerugian kalor secara konduksi diabaikan sebab tebal cover dan sirip pelat absorber kecil sehingga perbedaan temperatur tidak begitu signifikan.

$$Q_R = \frac{\lambda}{s} \cdot F \cdot (T_{d1} - T_{d2}) \text{ Kilojoule /jam}^{17}$$

S = tebal dinding ketel dinyatakan dalam meter

F = luas dinding ketel yang merambatkan panas, dalam m²

T_{d1} = Temp. dinding ketel yang berbatasan dengan api

¹⁷ Ketel uap, Ir. M. J. Djokosetyardjo, Pradnya paramitha, Jakarta, hlm 26-27

T_{d2} = Temp. dinding ketel yang berbatasan dengan air, uap atau udara

λ (**lamda**) = angka perambatan panas didalam dinding ketel dinyatakan dalam kilojoule/m.jam atau K atau watt/m.K

Bila λ dinyatakan dalam JK/m.jam. K maka Q_R dinyatakan dalam KJ/Jam; tetapi bila λ dinyatakan dalam watt/m² K maka Q_R dinyatakan dalam watt

2.5 Termokopel

Termokopel adalah sensor suhu yang banyak digunakan untuk mengubah perbedaan suhu dalam benda menjadi perubahan tegangan listrik (voltase). Termokopel yang sederhana dapat dipasang, dan memiliki jenis konektor standar yang sama, serta dapat mengukur temperatur dalam jangkauan suhu yang cukup besar dengan batas kesalahan pengukuran kurang dari 1 °C.¹⁸

Jenis jenis termokopel

1. Tipe K (Chromel (Ni-Cr alloy) / Alumel (Ni-Al alloy))

Termokopel untuk tujuan umum. Lebih murah. Tersedia untuk rentang suhu -200 °C hingga +1200 °C.

2. Tipe E (Chromel / Constantan (Cu-Ni alloy))

Tipe E memiliki output yang besar (68 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$) membuatnya cocok digunakan pada temperatur rendah. Properti lainnya tipe E adalah tipe non magnetik.

3. Tipe J (Iron / Constantan)

¹⁸<http://erikasmanusu.blogspot.com/2013/10/pengertian-termokopel.html>, diakses pada 21.00, 12 Juli 2014

Rentangya terbatas (-40 hingga $+750$ °C) membuatnya kurang populer dibanding tipe K. Tipe J memiliki sensitivitas sekitar $\sim 52 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$

4. Tipe N (Nicrosil (Ni-Cr-Si alloy) / Nisil (Ni-Si alloy))

Stabil dan tahan yang tinggi terhadap oksidasi membuat tipe N cocok untuk pengukuran suhu yang tinggi tanpa platinum. Dapat mengukur suhu di atas 1200 °C. Sensitivitasnya sekitar $39 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ pada 900 °C, sedikit di bawah tipe K. Tipe N merupakan perbaikan tipe K.

5. Type B (Platinum-Rhodium/Pt-Rh)

Cocok mengukur suhu di atas 1800 °C. Tipe B memberi output yang sama pada suhu 0 °C hingga 42 °C sehingga tidak dapat dipakai di bawah suhu 50 °C.

6. Type R (Platinum /Platinum with 7% Rhodium)

Cocok mengukur suhu di atas 1600 °C. sensitivitas rendah ($10 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$) dan biaya tinggi membuat mereka tidak cocok dipakai untuk tujuan umum.

7. Type S (Platinum /Platinum with 10% Rhodium)

Cocok mengukur suhu di atas 1600 °C. sensitivitas rendah ($10 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$) dan biaya tinggi membuat mereka tidak cocok dipakai untuk tujuan umum. Karena stabilitasnya yang tinggi Tipe S digunakan untuk standar pengukuran titik leleh emas (1064.43 °C)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tujuan Penelitian

Rancang Bangun Alat Desalinasi Air Laut Menjadi Air Tawar Dengan Memanfaatkan Sampah Dipulau Seribu adalah untuk membantu memenuhi kebutuhan air tawar di kepulauan seribu.

B. Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian Perancangan Alat Desalinasi Air Laut Menjadi Air Tawar Dengan Memanfaatkan Sampah Dipulau Seribu dilaksanakan Laboratorium Otomotif, Gedung M, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Adapun waktu penelitiannya mulai Maret 2014 sampai dengan Desember 2014.

C. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian Adalah uji coba langsung yang dilakukan dengan memakai Jenis sampah yang berbeda bertujuan untuk mengetahui hasil air dari destilasi dan kadar garam yang dihasilkan. kemudian melakukan pengambilan data yang berkaitan dengan karakteristik jenis sampah terhadap volume air dan kadar kadar garam, lalu melakukan analisa hasil penelitian.

D. Instrumen Penelitian

Dalam pengujian dan analisis alat Desalinasi air dengan memanfaatkan sampah pada alat uji Desalinasi air laut menjadi air tawar dilaksanakan Laboratorium Otomotif, Gedung M, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, peneliti menggunakan beberapa instrumen yang mendukung dalam pengujian dan analisis antara lain :

1. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang peneliti gunakan antara lain :

- a. Microsoft Excel 2007
- b. Solid work 2010
- c. Microsoft word 2012

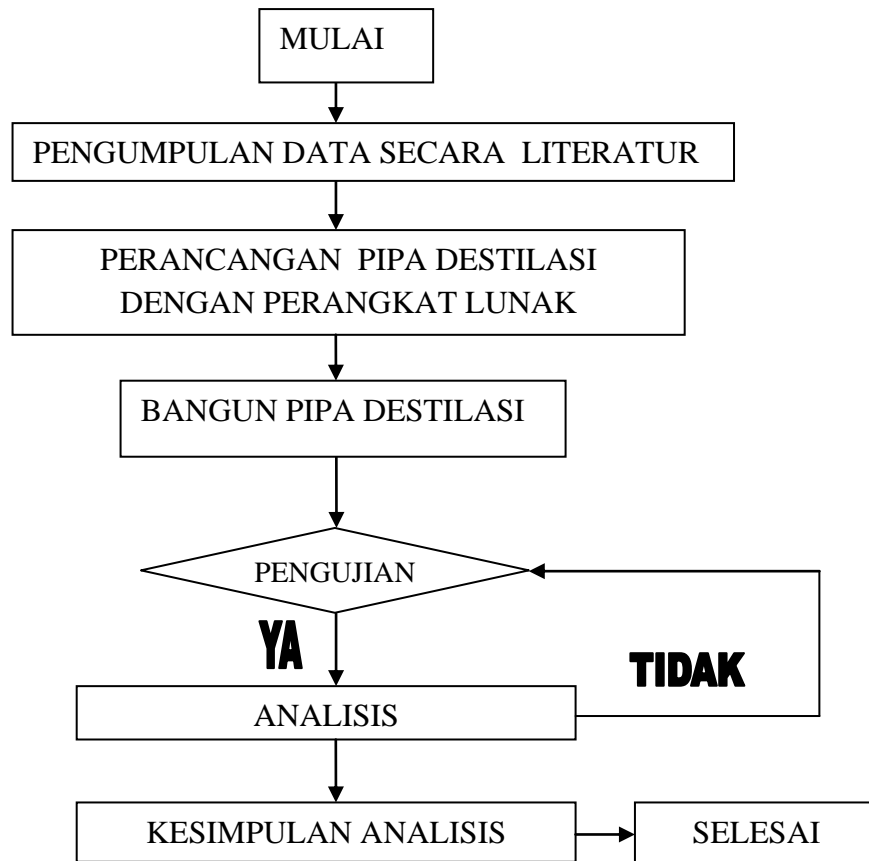
2. Alat penelitian

Peralatan peneliti yang digunakan antara lain :

- a. Alat desalinasi air laut menjadi air tawar
- b. Proses pemesinan (bubut, milling, frais, gerinda, mesin bor)
- c. Peralatan las (gas cutting, las busur listrik)
- d. Peralatan pendukung lainnya seperti kunci pas, gergaji, obeng, dan peralatan lain yang mendukung dalam penelitian.

E. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian pengujian dan analisis alat destilasi air tawar pada alat uji dapat digambarkan sebagai berikut :



gambar 3.1 Diagram alir Metodologi Penelitian

Yang akan dilaksanakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data dan studi literatur. Pengumpulan data spesifik alat simulasi
2. Perancangan alat destilasi dengan menggunakan perangkat lunak
3. Pengujian dengan menggunakan simulasi pada perangkat lunak
4. Bangun alat destilasi air laut

5. Pengujian secara langsung dengan alat uji
6. Analisa.

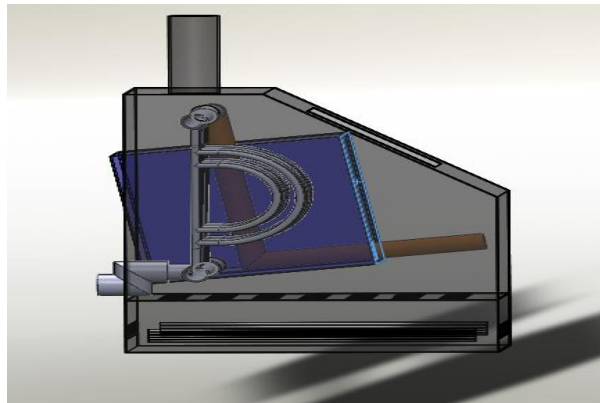
F. Alur kerja penelitian

1. Pengumpulan data dan studi literatur

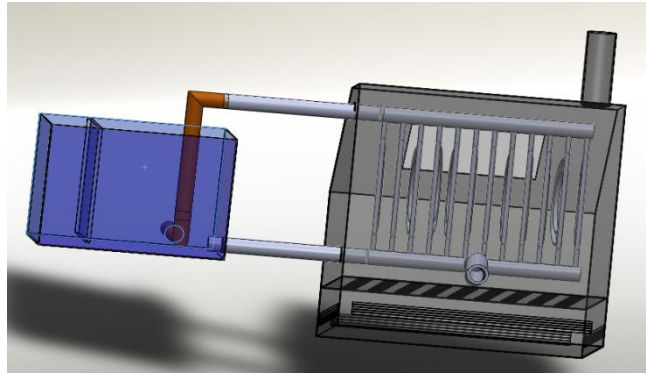
Pada proses mengumpulkan data dan literatur peneliti mengumpulkan data mengenai landasan teori apa saja yang dibutuhkan untuk menjalankan penelitian ini kepada dosen pembimbing, buku-buku pustaka, dan jurnal. Peneliti juga mencari tempat dimana penelitian ini dapat dilakukan

2. Rancangan destilasi dengan perangkat lunak (*Solidwok* 2010)

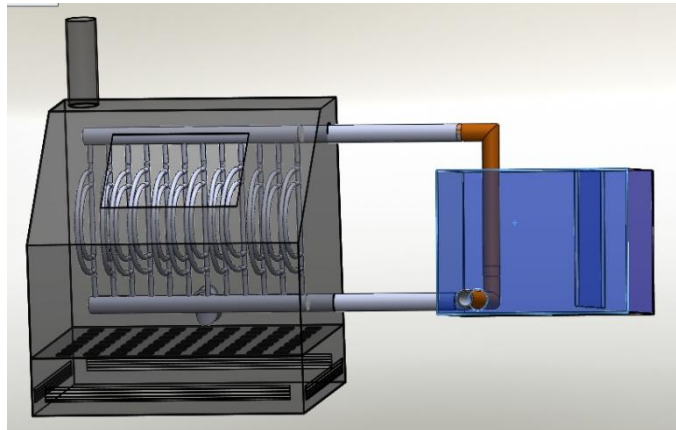
Perancangan dengan menggunakan perangkat lunak (*Solidwok* 2010) dengan potongan pipa destilasi pada tungku pembakaran, cerobong pembuangan, pipa masuk dan keluar, lubang sirkulasi udara dan pintu dari tunggu tersebut dengan skala 1:10



3.2 gambar rangkaian alat destilasi tampak samping



3.3 gambar rangkaian alat destilasi tampak belakang



3.4 gambar potongan rangkain alat destilasi tampak depan

3. Bangun Alat destilasi Air laut

Setelah melakukan perancangan dan perhitungan dengan menggunakan perhitungan apabila sudah sesuai dengan yang diharapkan maka langkah selanjutnya adalah melakukan bangun Destilasi dengan proses pengerjaan pipa seperti memotong, mengelas/menyambung dan lain sebagainya sehingga bentuk alat Destilasi air laut yang diinginkan dapat di bangun sesuai dengan rancangan

G. Bahan dan Alat

1. Persiapan bahan dan alat

Penelitian mempersiapkan bahan dan alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini untuk memperoleh data penelitian.

Bahan dan alat yang dibutuhkan dalam pembuatan Alat Destilasi adalah :

a. Pipa stainless 304

Pipa stainless steel 304 adalah standar 18/8 stainless steel yang mengandung 18% chromium, 8% nickel dengan maximum 0.08% carbon. 18/10 SS yang mengandung 18 chromium & 10% nickel juga dikenal sebagai grade 304.



gambar 3.5 pipa stainless steel

Tabel 3.1 Komposisi Stainless steel 304 dan 304 L

Jenis	Type 304%	Type 304 L %
Carbon	0.08 max	0.03 max
Manganese	2.00 max	2.00 max
Phosphorus	0.045 max.	0.045 max.
Sulfur	0.030 max.	0.030 max.
Silicon	0.75 max.	0.75 max.
Chromium	18.00-20.00	18.00-20.00
Nickel	8.00-12.00	8.0-12.0
Nitrogen	0.10 max	0.10 max
Iron	Balance	Balance ¹⁹

Stainless steel Grade 304 memiliki karakteristik pembentukan dan pengelasan yang sangat baik dan daya tahan karat yang baik terhadap berbagai asam Grade 304 juga banyak digunakan untuk pipa uap panas (steam pipes), system pembuangan uap/gas (exhaust systems), tangki penyimpanan (storage tank), ketel uap (steam-heated boilers).

b. Las argon

¹⁹ Product data sheet ,uns s30400/uns s30403

Proses menyambung dengan cara membakar sehingga besi menjadi cair sehingga dapat disambung dengan media gas argon sebagai shield atau gas pelindung.



Gambar 3.6 Tabung las argon



Gambar 3.7 Stick holder las Argon



Gambar 3.8 Argon Welder

c. Alat Ukur Ph Air

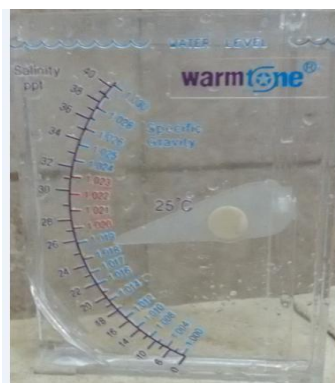
Alat ukur Ph air digunakan sebagai sensor pembaca kadar air dalam proses Destilasi



Gambar 3.9 Alat Ukur rata-rata Hasil Ph Air Destilasi

d. Alat Ukur *Salinitas* / Kadar garam

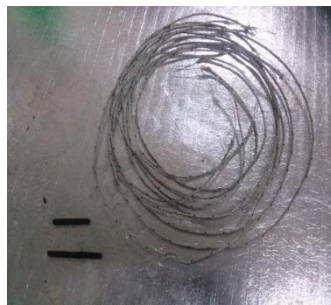
Alat Ukur Kadar garam yang digunakan pada penelitian ini menggunakan salinitas Meter



Gambar 3.10 Alat Ukur Kadar Garam Air Destilasi

e. *Thermokopel* tipe k

Thermokopel tipe k digunakan sebagai sensor pembaca suhu pada tungku, proses pembuatan ujung thermokopel dengan melakukan pengelasan menggunakan karbon yang terdapat pada batrai.



Gambar 3.11 *Thermokopel* tipe k

f. *Clam Meter*

Clam meter digunakan untuk menampilkan hasil bacaan suhu yang telah diukur oleh thermokopel.



Gambar 3.12 *Clam meter*

H. Pengujian

1. Pengujian

Setelah melakukan rancang bangun pipa Destilasi Berikut ini adalah penjelasan dari alur kerja penelitian ini, diantaranya dengan melakukan 4 jenis sampah berbeda pada volume air berbeda dengan menggunakan sampah (batok kelapa, Campuran ranting kayu plastik dan plastik) dan volume air 123 Liter, 103 Liter, 74 Liter dan 53 Liter. pengujian ini dilakukan di laboratorium gedung M UNJ.

Berikut adalah tahapan yang penelitian lakukan untuk melakukan uji destilasi :

- a. Menyiapkan sampah yang digunakan sebagai bahan bakar.
- b. Mengisi tong Penampung dengan beragantian pada jenis volume yang dipakai.
- c. Mengukur suhu pipa air keluar, air masuk dengan alat ukur yang telah dipersiapkan.
- d. Mengumpulkan data dan literature

Pada proses mengumpulkan data dan literatur peneliti mengumpulkan data mengenai landasan teori apa saja yang dibutuhkan untuk menjelaskan penelitian ini kepada dosen pembimbing, buku-buku pustaka, dan jurnal penelitian juga mencari tempat dimana penelitian ini dapat dilakukan

I. Analisis

1. Analisis

Analisa dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh jenis sampah terhadap hasil volume air dan volume air terhadap kadar garam.

Menguji hipotesis dengan mencari t-hitung (t-test) untuk data dengan rumus:

$$t = \frac{M1 - M2 - M3 - M4}{\left(\frac{\Sigma X1^2 + \Sigma X2^2 + \Sigma X3^2 + \Sigma X4^2}{n1 + n2 + n3 + n4 - n} \right) \left(\frac{1}{n1} + \frac{1}{n2} + \frac{1}{n3} + \frac{1}{n4} \right)}$$

Keterangan:

x : Suhu rata-rata Proses Destilasi

n : Jumlah percobaan

1. Membandingkan t-hitung dengan t-tabel.

Kriteria pengujian dengan derajat kebebasan (dk) = $n1 + n2 + n3 + n4 - n$ dan taraf signifikansi α 0,05 adalah:

Tolak H_0 apabila $t_{hitung} > t_{tabel}$

Terima H_1 apabila $t_{hitung} < t_{tabel}$

Keterangan:

$n1$ = Jumlah percobaan pada jenis sampah plastik

$n2$ = Jumlah percobaan pada jenis sampah campuran

$n3$ = Jumlah percobaan pada jenis sampah batok

$n4$ = Jumlah percobaan pada jenis sampah ranting kayu

A. Hipotesis Statistik

1. Pengaruh jenis sampah terhadap volume yang dihasilkan

Hipotesis yang akan diuji adalah sebagai berikut

Hipotesis nol yang diuji adalah:

$$H_0 = \mu c1 \geq \mu c2$$

$$H_1 = \mu c1 \leq \mu c2$$

Keterangan:

H_0 : tidak terdapat pengaruh Jenis sampah terhadap Volume hasil air tawar yang dihasilkan.

H_1 : terdapat pengaruh Jenis sampah terhadap Volume hasil air tawar yang dihasilkan.

μ_1 : nilai rata-rata suhu tungku hasil pembakaran tes sampah plastik

μ_2 : nilai rata-rata suhu tungku hasil pembakaran sampah campuran

μ_3 : nilai rata-rata suhu tungku hasil pembakaran sampa batok

μ_4 : nilai rata-rata suhu tungku hasil pembakaran sampah kayu

Maka dapat dirumuskan bahwa:

H_0 : Tidak terdapat pengaruh jenis sampah terhadap Volume yang dihasilkan.

Artinya, pada saat pengujian pembakaran dengan menggunakan berbagai jenis sampah yang berbeda tidak terdapat pengaruh terhadap Volume yang dihasilkan.

H_1 : Terdapat pengaruh jenis sampah terhadap Volume yang dihasilkan. Artinya, tes pembakaran dengan tiap jenis sampah mempengaruhi Volume yang dihasilkan dari setiap pembakaran.

2. Pengaruh jenis sampah terhadap Kadar garam

Hipotesis statistik yang akan dicari adalah sebagai berikut:

$$H_0 = \mu.X_1 = \mu.LO$$

$$H_1 = \mu.X_1 \neq \mu.LO$$

Keterangan:

H_0 : tidak terdapat pengaruh jenis sampah terhadap kadar garam

H_1 : terdapat pengaruh jenis sampah terhadap kadar garam.

$\mu e1$: nilai kadar garam pada pembakaran sampah plastik

$\mu e2$: nilai kadar garam pada pembakaran sampah campuran

$\mu e3$: nilai kadar garam pada pembakaran sampa batok

$\mu e4$: nilai kadar garam pada pembakaran sampah kayu

Maka dapat dirumuskan bahwa:

H_0 : Tidak terdapat pengaruh jenis sampah terhadap Kadar garam. Artinya, pada saat pengujian pembakaran dengan menggunakan berbagai jenis sampah yang berbeda tidak terdapat pengaruh terhadap kadar garam.

H_1 : Terdapat pengaruh jenis sampah terhadap Kadar garam. Artinya, tes pembakarn dengan tiap jenis sampah mempengaruhi kadar garam pada pembakaran dihasilkan dari setiap pembakaran

3. Pengaruh jenis Volume terhadap Kadar garam

Hipotesis statistik yang akan dicari adalah sebagai berikut:

$$H_0 = \mu.X_1 = \mu.LO$$

$$H_1 = \mu.X_1 \neq \mu.LO$$

Keterangan:

H_0 : tidak terdapat pengaruh jenis Volume terhadap kadar garam

H_1 : terdapat pengaruh jenis Volume terhadap kadar garam.

$\mu e1$: nilai kadar garam pada Volume 123 Liter

$\mu e2$: nilai kadar garam pada Volume 103 Liter

$\mu e3$: nilai kadar garam pada Volume 74 liter

$\mu e4$: nilai kadar garam pada Volume 53 Liter

Maka dapat dirumuskan bahwa:

H_0 : Tidak terdapat pengaruh jenis Volume terhadap Kadar garam. Artinya, pada saat pengujian pembakaran dengan menggunakan berbagai jenis Volume yang berbeda tidak terdapat pengaruh terhadap kadar garam.

H_1 : Terdapat pengaruh jenis Volume terhadap Kadar garam. Artinya, tes pembakaran dengan tiap jenis Volume mempengaruhi kadar garam pada pembakaran dihasilkan dari setiap pembakar

7. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah hasil dari penelitian berdasarkan tujuan penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Hasil Perancangan Desain Pipa Destilasi

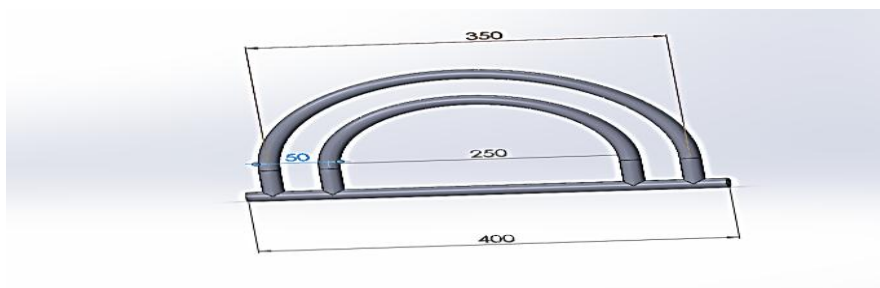
Proses perancangan pipa destilasi dilakukan dengan mengikuti perhitungan luas pada tungku agar menghasilkan Pipa yang dapat menghasilkan panas yang optimal. Pipa Destilasi yang didesain menggunakan bantuan media *Software Solidwork*. dalam proses yang direncanakan adalah menggunakan proses pembakaran alami sehingga peran dari Lengkungan pada pipa atau pipa-pipa pemanas sangatlah penting dalam proses Destilasi agar dapat menghasilkan Uap air yang sempurna. Dimensi Pipa yang dirancang sesuai dengan kebutuhan skala rumah tangga sehingga kami mendesain dengan ukuran seperti yang terlihat pada gambar 4.1 dan 4.2,

2 Pc Pipa penampung 2"

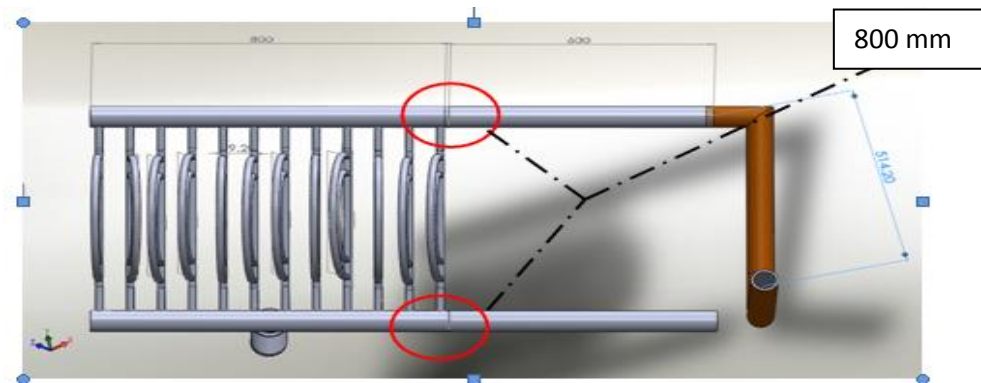
12 Pc Pipa Pemanas 3/8"

12 Pc Pipa Lengkung 3/8" Diameter 9 cm

12 Pc Pipa Lengkung 3/8" Diameter 13 cm



Gambar 4.1 Dimensi dari Pipa *Heater*



Gambar 4.2 Dimensi pipa masuk dan pipa air keluar

penentuan dimensi ini juga bertujuan agar pipa tersebut dapat menampung volume air dalam jumlah tertentu yang diinginkan dalam penelitian seperti yang dijabarkan pada Tabel 4.1 agar bisa menghasilkan air tawar dengan ruang penguapan di pipa destilasi. Berikut adalah perhitungan mengenai desain pipa Destilasi.

Tabel 4.1 Volume Bak penampung

Level air	Volume Bak Penampungan	Volume Air di Dalam Pipa	Volume air penguapan
1	123 Liter	2,6 Liter	1,7 Liter
2	103 Liter	2,1 Liter	2,2 Liter
3	74 Liter	1,77 Liter	2,56 Liter
4	54 Liter	1,72 Liter	2,58 Liter

1. Perhitungan Kebutuhan Panas Pipa Destilasi

Perhitungan kebutuhan panas dalam Pipa berkaitan dengan penentuan jumlah ruang pipa yang dibakar dan penentuan ukuran dari Pipa Destilasi.

Volume penuh dari pipa pemanas adalah 4,3L

Maka Panas yang dibutuhkan untuk memanaskan air pada level air 123 liter adalah : Q
= 188,76 Kj

Kalor Laten Penguapan

$$Q = 1006,2 \text{ Kj}$$

Total kebutuhan panas tungku adalah

$$Q = 1194,96 \text{ Kj}$$

Maka Panas yang dibutuhkan untuk memanaskan air pada level air 103 liter adalah : Q
= 152,46 Kj

Kalor Laten Penguapan

$$Q = 812,7 \text{ Kj}$$

Total kebutuhan panas tungku adalah

$$Q = 965,16 \text{ Kj}$$

Maka Panas yang dibutuhkan Untuk Memanaskan air pada level 74 liter adalah : Q =
128,5 Kj

Kalor Laten Penguapan

$$Q = 684,99 \text{ Kj}$$

Total kebutuhan panas tungku adalah

$$Q = 812,49 \text{ Kj}$$

Maka Panas Yang dibuthkan Untuk memanaskan Air pada level air 4 adalah : $Q = 124,87 \text{ Kj}$

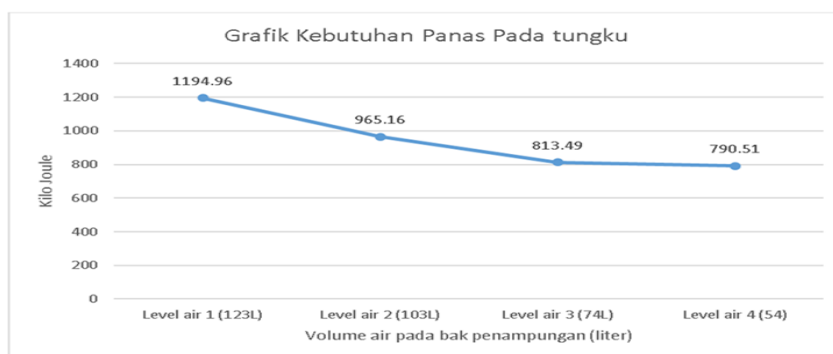
Kalor Laten Penguapan

$$Q = 665,64 \text{ Kj}$$

Total Kebutuhan Panas tungku adalah

$$Q = 790,51 \text{ Kj}$$

Berikut adalah grafik kebutuhan panas pada tungku,



Gambar 4.3 Grafik Kebutuhan Panas tungku

B. Analisis Hasil Uji Destilasi Pada Volume Air laut

Uji pada Destilasi pada Volume air untuk mengetahui karakteristik nilai Salinitas pada masing masing jenis Volume. Pada penelitian ini kami melakukan 16 kali uji dengan volume air yang berbeda dengan,4 kali uji yaitu dengan 123 liter,103 liter air,74 liter air dan 53 liter.

Berikut ini adalah Tabel 4.2 menunjukkan Volume Air yang digunakan

Tabel 4.2 volume air pada penelitian

No	Jenis Volume Air	Pengujian
1	Volume Air Laut (123 liter)	4x
2	Volume Air Laut (103 Liter)	4x
3	Volume Air Laut (74 Liter)	4x
4	Volume Air Laut (53 Liter)	4x

Pada proses uji coba alat destilasi yang peneliti lakukan menggunakan tungku yang tidak menggunakan bantuan dari blower untuk sirkulasi pembakaran dalam tungku sehingga pembakaran terjadi secara alami, oleh karena itu kondisi lingkungan sangatlah mempengaruhi hasil dari destilasi, berikut adalah table dari kondisi kelembapan udara dan kecepatan angin.

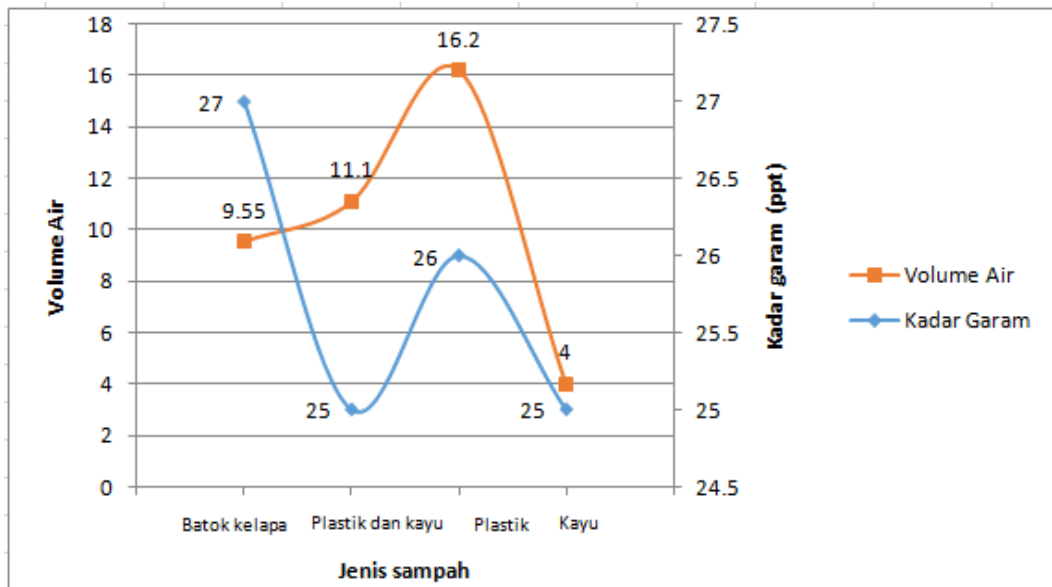
Tabel 4.3 Data Kecepatan angin²⁰

No	Tanggal	Jenis sampah	Suhu	Kecepatan Angin	Kelembaban udara
1	28-10-2014	Batok Kelapa	31°C	2 m/s	59%
2	04-11-2014	Campuran	30°C	5 m/s	63%
3	05-11-2014	Plastik	32°C	4 m/s	61%
4	06-11-2014	Ranting kayu	29°C	1 m/s	66%

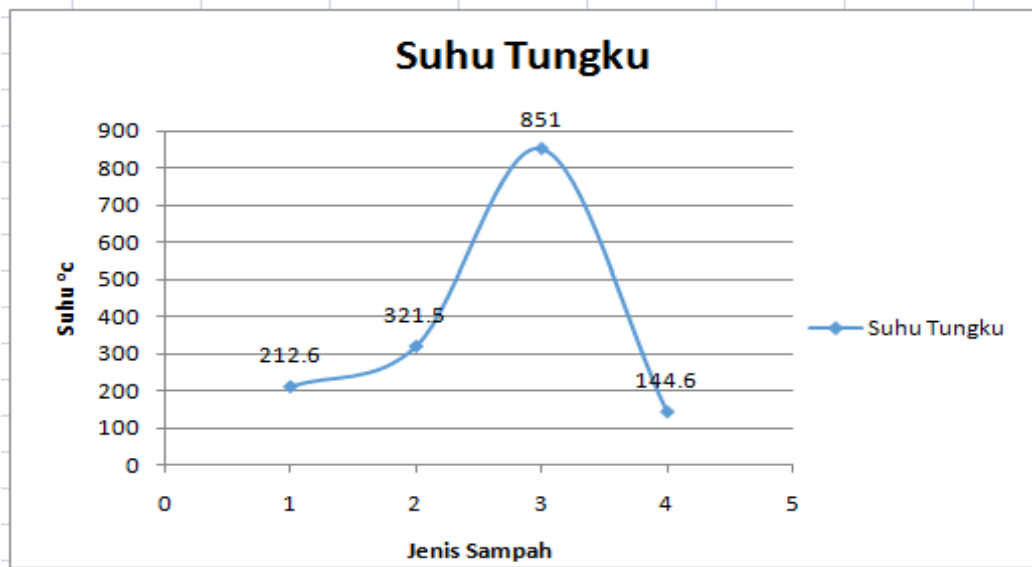
a. Analisis Hasil Pengujian Pembakaran Pada volume air 123 L

Analisis hasil pengujian pembakaran pada volume air 123 liter dilakukan untuk mengetahui tingkat kadar garam dan volume hasil air yang telah didestilasi pada percobaan dengan tingkat volume air 123 liter dengan 4 jenis sampah yang berbeda. Berikut adalah grafik hasil analisis.

²⁰AccuWeather.com



Gambar 4.4 grafik rata-rata salinitas dan volume air hasil dari Level air 123 Liter.



Gambar 4.5 grafik rata-rata Suhu tungku dari Level air 123 Liter

Pada Gambar 4.5 diatas dapat dilihat pengaruh dari Jenis sampah yang dibakar.

Pada grafik 4.4 kadar garam dan Volume hasil air destilasi yang dihasilkan dari destilasi

volume 123 liter. Pada volume 123 liter ruang pada pipa untuk penguapan sedikit sehingga garam ikut terbawah oleh uap sehingga hasil pengukuran kadar garam 27 ppt.

Pada grafik 4.5 Pembakaran menggunakan batok kelapa dan pembakaran menggunakan sampah campuran ranting kayu dan plastik cukup berbeda kadar garamnya dikarenakan pada suhu tungku menggunakan sampah batok kelapa memerlukan waktu pembakaran 25 menit dan mencapai titik panas suhu mencapai 212,6 °c sedangkan sampah ranting kayu dan plastik hanya 20 menit dan mencapai titik panas tungku 432,5°c sehingga air dipenampungan semakin tinggi kandungan garamnya dikarenakan pada proses destilasi air tawar atau uap terus diambil sehingga air dipenampung makin tinggi kadar garamnya pada saat menggunakan sampah batok , dan berbeda kecepatan angin dari kelembapan pada tiap-tiap menggunakan sampah yang berbeda.

Hasil Uji Destilasi Menggunakan Volume air laut 123 Liter pada Sampah Batok Kelapa
vol air 123 Liter Destilasi dengan volume air 123 liter dan menghasilkan 9.55 liter air tawar dari hasil destilasi dengan sumber bahan bakar sampah batok kelapa dengan kadar salinitas 27 ppt

Hasil Uji Destilasi Menggunakan Volume air laut 123 Liter pada Sampah Campuran ranting kayu dan plastik

vol air 123 Liter Destilasi dengan volume air 123 liter dan menghasilkan 11.1 liter air tawar dari hasil destilasi dengan sumber bahan bakar sampah Campuran ranting kayu dan plastik dengan kadar salinitas 25 ppt

Hasil Uji Destilasi Menggunakan Volume air laut 123 Liter pada Sampah plastik

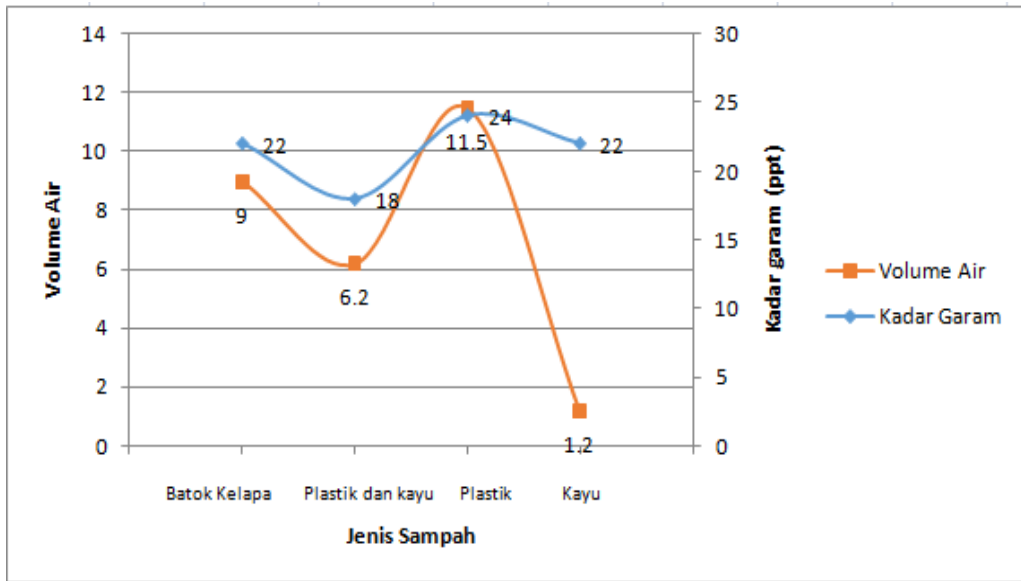
vol air 123 Liter Destilasi dengan volume air 123 liter dan menghasilkan 16.2 liter air tawar dari hasil destilasi dengan sumber bahan bakar sampah Plastik dengan kadar salinitas 26 ppt

Hasil Uji Destilasi Menggunakan Volume air laut 123 Liter pada Sampah Ranting kayu

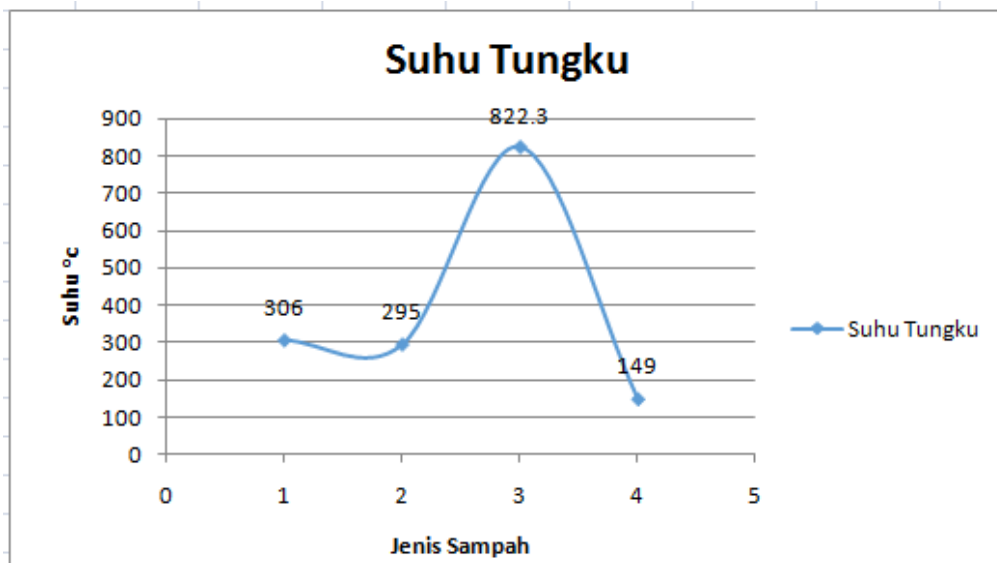
vol air 123 Liter Destilasi dengan volume air 123 liter dan menghasilkan 4 liter air tawar dari hasil destilasi dengan sumber bahan bakar sampah Ranting kayu dengan kadar salinitas 25 ppt

b. Analisis Hasil Pengujian Pembakaran Pada volume air 103 L

Analisis hasil pengujian pembakaran pada volume air 103 liter dilakukan untuk mengetahui tingkat kadar garam dan volume hasil air yang telah didestilasi pada percobaan dengan tingkat volume air 103 liter dengan 4 jenis sampah yang berbeda. Berikut adalah grafik hasil analisis.



Gambar 4.6 grafik rata-rata salinitas dan volume air dari Level air 103 liter air



Gambar 4.7 grafik rata-rata Suhu tungku dari Level air 103 Liter

Pada Grafik 4.5 diatas dapat dilihat pengaruh dari Jenis sampah yang dibakar. Pada grafik kadar garam dan Volume hasil air destilasi yang dihasilkan dari destilasi volume 103 liter. pada volume 103 liter ruang pada pipa untuk penguapan

sedikit sehingga garam ikut terbawah oleh uap sehingga kadar garam yang masi cukup tinggi akan tetapi dengan menggunakan volume air 103 liter, kadar garam semakin menurun dibandingkan dengan menggunakan volume air 123 liter dikarenakan ada sebuah ruang penguapan yang banyak dibandingkan dengan volume air 123.

Pada gambar 4.6 grafik Pembakaran menggunakan batok kelapa dan pembakaran menggunakan sampah campuran ranting kayu dan plastik cukup berbeda kadar garamnya dikarenakan pada suhu tungku menggunakan sampah batok kelapa memerlukan waktu pembakaran 25 menit dan mencapai titik panas suhu mencapai 306 °c sedangkan sampah ranting kayu dan plastik hanya 20 menit dan mencapai titik panas tungku 295°c sehingga air dipenampungan semakin tinggi kandungan garamnya dikarenakan pada proses destilasi air tawar atau uap terus diambil sehingga air dipenampung makin tinggi kadar garamnya,dan kecepatan angin dari kelembapan pada tiap-tiap menggunakan sampah yang berbeda-beda.

Hasil Uji Destilasi Menggunakan Volume air laut 103 Liter pada Sampah Batok kelapa.

Destilasi dengan volume air 103 liter dan menghasilkan 9 liter air tawar dari hasil destilasi dengan sumber bahan bakar Batok Kelapa dengan kadar salinitas 22 ppt

Hasil Destilasi Menggunakan Volume air laut 103 Liter Pada sampah campuran plastik dan Ranting kayu.

Destilasi dengan volume air 103 liter dan menghasilkan 6.2 liter air tawar dari hasil destilasi dengan sumber bahan bakar sampah Plastik dan Ranting kayu dengan kadar salinitas 18 ppt

Hasil Destilasi Menggunakan Volume air laut 103 Liter Pada sampah plastik.

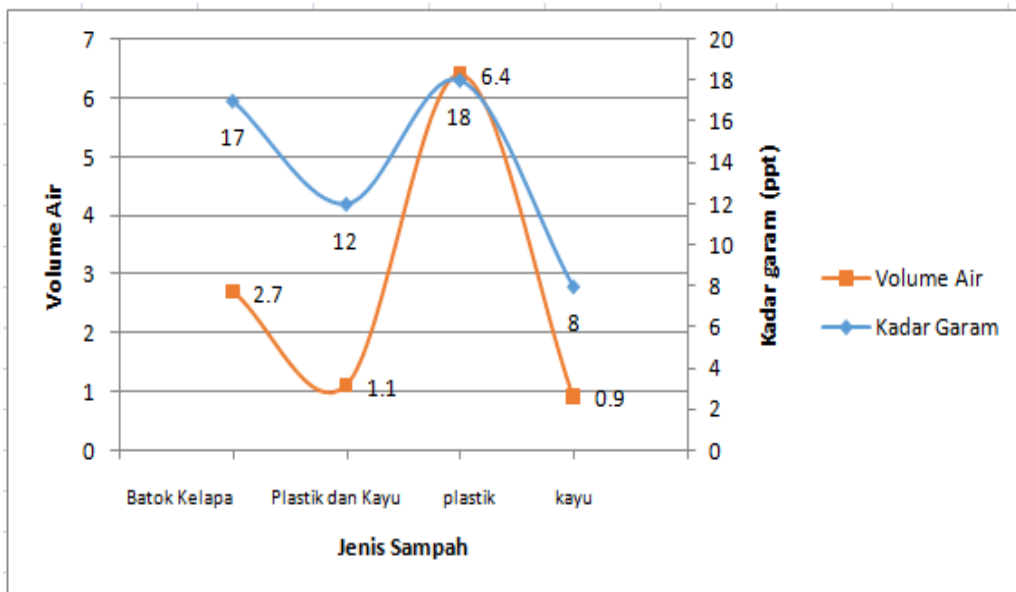
Destilasi dengan volume air 103 liter dan menghasilkan 11.5 liter air tawar dari hasil destilasi dengan sumber bahan bakar sampah Plastik dengan kadar salinitas 24 ppt

Hasil Destilasi Menggunakan Volume air laut 103 Liter Pada sampah Ranting kayu.

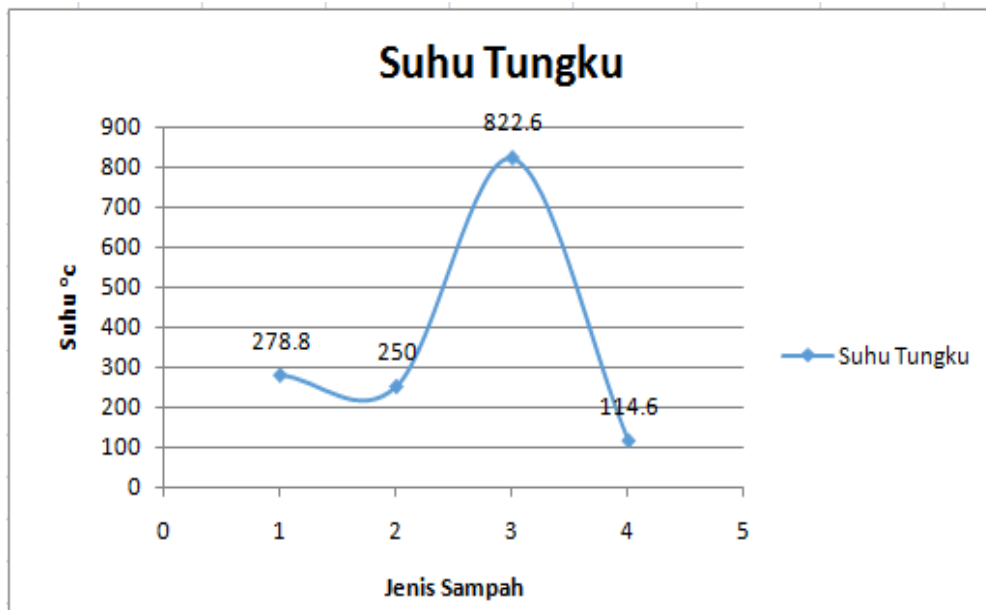
Destilasi dengan volume air 103 liter dan menghasilkan 1.2 liter air tawar dari hasil destilasi dengan sumber bahan bakar sampah Ranting kayu dengan kadar salinitas 22 ppt

c. Analisis Hasil Pengujian Pembakaran Pada volume air 74 L

Analisis hasil pengujian pembakaran pada volume air 74 liter dilakukan untuk mengetahui tingkat kadar garam dan volume hasil air yang telah didestilasi pada percobaan dengan tingkat volume air 74 liter dengan 4 jenis sampah yang berbeda. Berikut adalah grafik hasil analisis.



Gambar 4.8 grafik rata-rata salinitas dan volume hasil air dari Level air 74 liter air



Gambar 4.9 grafik rata-rata Suhu tungku dari Level air 74 Liter

Pada gambar 4.7 diatas dapat dilihat pengaruh dari Jenis sampah yang dibakar pada grafik kadar garam dan Volume hasil air destilasi yang disebabkan oleh volume menggunakan level air 74 liter lebih sedikit kadar garamnya dikarenakan ruang penguapan pada pipa lebih besar sehingga garam tidak ikut kedalam arus penguapan hal itu menyebabkan kadar garam menjadi rendah.

Pada gambar grafik 4.8 menggunakan sampah batok kadar garam mencapai 17 ppt dengan menghasilkan volume air 2,7 sedangkan menggunakan sampah campuran plastik dan ranting kayu mencapai 12 ppt dengan menghasilkan lebih sedikit air hasil dari proses destilasi dikarenakan pada proses menggunakan sampah campuran suhu di dalam tungku 250°C dan pada proses pembakaran hanya 20 menit sedangkan sampah batok kelapa mencapai panas 278.8°C dan pada proses pembakarannya mencapai 25

menit sehingga air volume yg didapatkan pada menggunakan sampah batok kelapa air hasil destilasi lebih banyak.

Hasil Uji Destilasi Menggunakan Volume air laut 74 Liter pada Sampah Batok kelapa

Destilasi dengan volume air 74 liter dan menghasilkan 2.7 liter air tawar dari hasil destilasi dengan sumber bahan bakar sampah plastik dengan kadar salinitas 17 ppt

Hasil Destilasi Menggunakan Volume air laut 74 Liter Pada sampah campuran plastik dan ranting kayu

Destilasi dengan volume air 74 liter dan menghasilkan 1.1 liter air tawar dari hasil destilasi dengan sumber bahan bakar sampah plastik dengan kadar salinitas 12 ppt

Hasil Destilasi Menggunakan volume air laut 74 liter Pada sampah Plastik

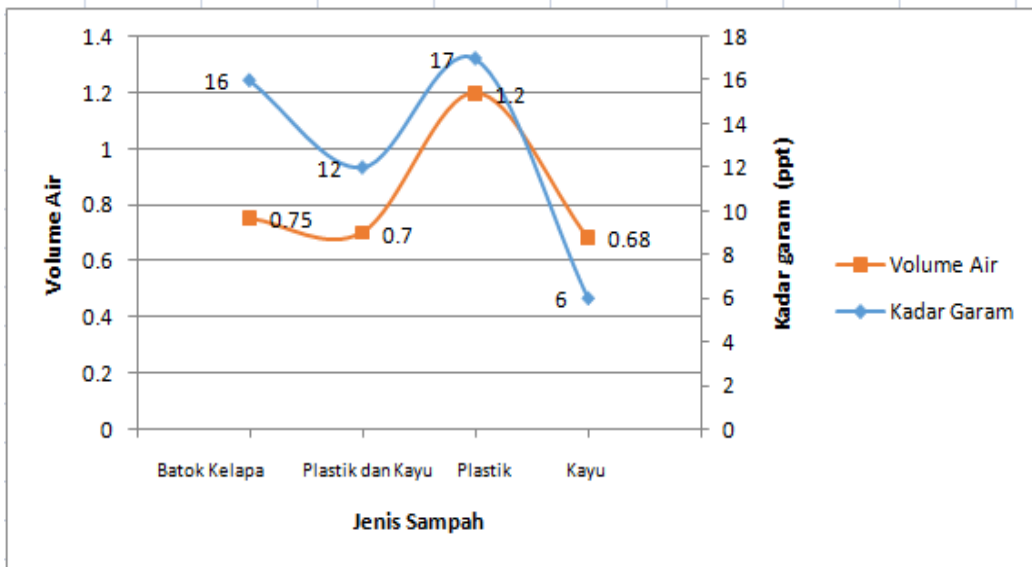
Destilasi dengan volume air 74 liter dan menghasilkan 6.4 liter air tawar dari hasil destilasi dengan sumber bahan bakar sampah plastik dengan kadar salinitas 18 ppt

Hasil Destilasi Menggunakan volume air laut 74 liter Pada sampah Ranting kayu

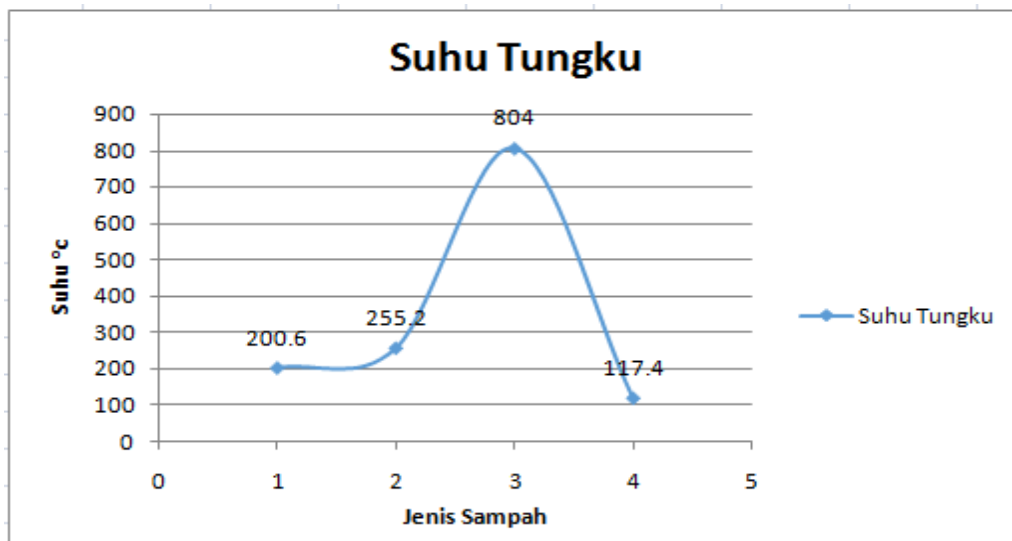
Destilasi dengan volume air 74 liter dan menghasilkan 0.9 L liter air tawar dari hasil destilasi dengan sumber bahan bakar sampah plastik dengan kadar salinitas 8 ppt

d. Analisis Hasil Pengujian Pembakaran Pada volume air 53 L

Analisis hasil pengujian pembakaran pada volume air 53 liter dilakukan untuk mengetahui tingkat kadar garam dan volume hasil air yang telah didestilasi pada percobaan dengan tingkat volume air 53 liter dengan 4 jenis sampah yang berbeda. Berikut adalah grafik hasil analisis.



Gambar 4.10 grafik rata-rata salinitas dan volume hasil air dari Level air 53 liter



Gambar 4.11 grafik rata-rata Suhu tungku dari Level air 53 Liter

Pada gambar Grafik 4.9 diatas dapat dilihat pengaruh dari Jenis sampah yang dibakar pada grafik kadar garam dan Volume hasil air destilasi yang disebabkan oleh volume menggunakan level air 53 liter lebih sedikit kadar garamnya dikarenakan ruang

penguapan pada pipa lebih besar sehingga garam tidak ikut kedalam arus penguapan hal itu menyebabkan kadar garam menjadi rendah.

Pada gambar grafik 4.10 menggunakan sampah batok kadar garam mencapai 16 ppt dengan menghasilkan volume air 0,75 liter sedangkan menggunakan sampah campuran plastik dan ranting kayu mencapai 12 ppt dengan menghasilkan lebih sedikit air hasil dari proses destilasi dikarenakan pada proses menggunakan sampah campuran suhu di dalam tungku $255,2^{\circ}\text{C}$ dan pada proses pembakaran hanya 20 menit sedangkan sampah batok kelapa mencapai panas $200,6^{\circ}\text{C}$ dan pada proses pembakarannya mencapai 25 menit sehingga air volume yg didapatkan pada menggunakan sampah batok kelapa air hasil destilasi lebih banyak.

Pada grafik menggunakan sampah ranting kayu mencapai 6 ppt dengan menghasilkan volume 0,68 liter, pada proses menggunakan air dengan volume 53 liter air kadar garam cukup turun signifikan dikarenakan pada proses menggunakan sampah ranting kayu cukup panas untuk memenuhi ruang pada pembakaran pipa yaitu dengan waktu 25 menit dan suhu pada tungku $117,4^{\circ}\text{C}$.

Hasil Uji Destilasi Menggunakan Volume air laut 53 Liter pada Sampah Batok kelapa

Destilasi dengan volume air 53 liter dan menghasilkan 0.75 liter air tawar dari hasil destilasi dengan sumber bahan bakar sampah Ranting Kayu dengan kadar salinitas 16 ppt

Hasil Destilasi Menggunakan Volume air laut 53 Liter Pada sampah campuran ranting kayu dan plastik

Destilasi dengan volume air 53 liter dan menghasilkan 0.7 liter air tawar dari hasil destilasi dengan sumber bahan bakar sampah Ranting Kayu dengan kadar salinitas 12 ppt

Hasil Destilasi Menggunakan volume air laut 53 liter Pada sampah plastik

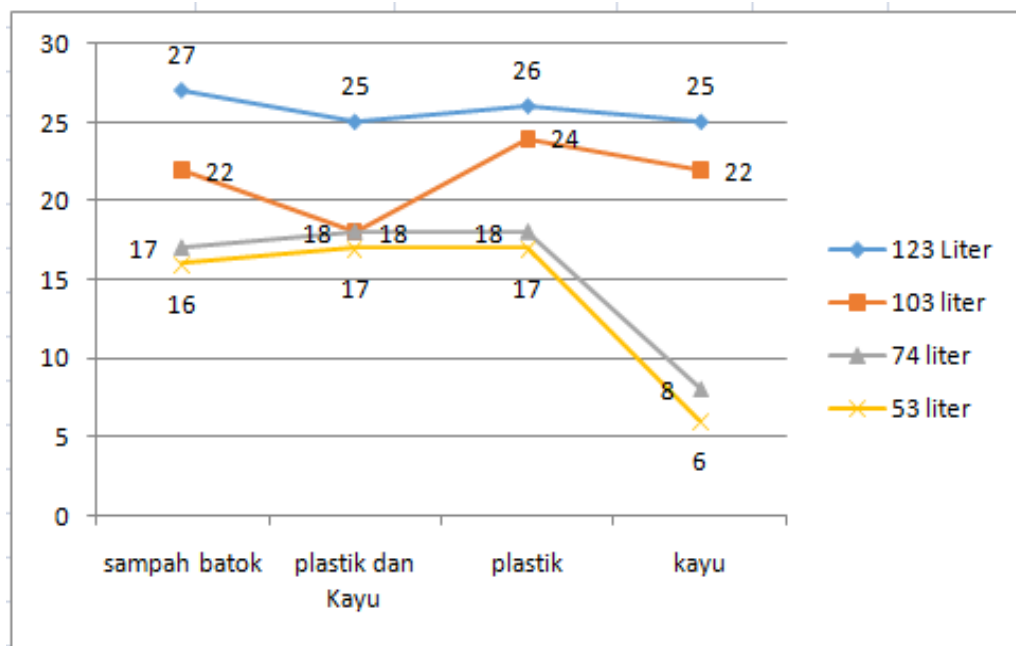
Destilasi dengan volume air 53 liter dan menghasilkan 1.2 liter air tawar dari hasil destilasi dengan sumber bahan bakar sampah Ranting Kayu dengan kadar salinitas 17 ppt

Hasil Destilasi Menggunakan volume air laut 53 liter Pada sampah Ranting kayu

Destilasi dengan volume air 53 liter dan menghasilkan 0.68 L liter air tawar dari hasil destilasi dengan sumber bahan bakar sampah Ranting Kayu dengan kadar salinitas 6 ppt.

C. Analisi Pengaruh Jenis Sampah Terhadap Kadar Garam

Analisi pengaruh jenis sampah terhadap kadar garam dilakukan untuk mengetahui apakah tiap jenis sampah dapat mempengaruhi hasil kadar garam dari air hasil destilasi.



Gambar 4.12 grafik rata-rata salinitas dan volume hasil Air Destilasi

Dapat dilihat dari grafik dimana kadar ppt tertinggi terdapat pada pengujian pada sampah batok dengan level air pada 123 liter. hal tersebut disebabkan pada volume penguapan air pada titik 123 liter hanya 1,7 Liter sehingga ruang untuk penguapan dikit sehingga garam ikut terbawah oleh uap dan dikarnakan juga oleh lamanya waktu pembakaran pada batok kelapa.

Dapat dilihat pada grafik bahwa titik terendah kadar garam pada percobaan dengan sampah ranting kayu mencapai 6 ppt pada percobaan volume 53 liter dikarnakan ruang penguapan 2,58 liter sehingga garam tidak ikut kedalam arus penguapan hal itu menyebabkan kadar garam menjadi rendah.

D. Analisis Hipotesis

Tabel 4.4 Data analisis hipotesis Pengaruh Jenis Sampah Terhadap volume air

Tes	Volume	Sampah Plastik		Sampah Campuran		Sampah Batok		Sampah Ranting	
Percobaan Ke	Liter	X1	X ²	X2	X ²	X3	X ²	X4	X ²
1	123	16,2	262,44	11,1	123,21	9,55	91,2025	4	16
2	103	11,5	132,25	6,2	38,44	9	81	1,2	1,44
3	74	6,4	40,96	1,1	1,21	2,7	7,29	0,9	0,81
4	54	1,2	1,44	0,7	0,49	0,75	0,5625	0,68	0,4624
Σ	-	35,3	437,09	19,1	163,35	22	180,06	6,78	18,712
Varians Si		137,04		51,92		56,66		5,92	
M		109,27		40,83		45,01		4,67	
ΣX ²		125,57		72,15		59,06		7,22	
t hitung	Dk	t tabel							
7,69	12	1,78							

- a. Setelah dilakukan pengujian pembakaran terhadap pengaruh 4 jenis sampah dengan volume air yang dihasilkan, ternyata diketahui bahwa $t_{hitung} = 7,69$ lebih besar dari $t_{tabel} = 1,78$ dalam taraf nyata 0,05, artinya **terdapat pengaruh jenis sampah terhadap volume air yang dihasilkan**. Maka hipotesis penelitian yang menyatakan pengaruh jenis sampah terhadap volume yang dihasilkan **diterima**. Di sisi lain H_0 ditolak. Derajat Kebebasan (dk) = $n_1 + n_2 + n_3 + n_4 - 4 = 12$

Maka H_0 ditolak, karena $t_{hitung} > t_{table}$

Taraf signifikansi 0,05

- b. Setelah dilakukan pengujian pembakaran terhadap pengaruh 4 jenis sampah dengan kadar garam yang dihasilkan, ternyata diketahui bahwa $t_{hitung} = -37,87$ lebih Kecil dari $t_{tabel} = 1,78$ dalam taraf nyata 0,05, artinya **terdapat Tidak pengaruh jenis sampah terhadap kadar garam**. Maka hipotesis penelitian yang menyatakan pengaruh jenis sampah terhadap volume yang dihasilkan **diterima**. Di sisi lain H_0 ditolak.

Tabel 4.5 Data analisis hipotesis Pengaruh Jenis Sampah Terhadap kadar garam

Tes	Volume	Sampah Plastik		Sampah Campuran		Sampah Batok		Sampah Ranting	
		X1	X ²	X2	X ²	X3	X ²	X4	X ²
Percobaan Ke-	Liter								
1	123	26	676	25	625	27	729	25	625
2	103	24	576	18	324	22	484	22	484
3	74	18	324	12	144	17	289	8	64
4	54	17	289	12	144	16	256	6	36
Σ	-	85	1865	67	1237	82	1758	61	1209
Varians Si		19,58		38,67		25,67		92,92	
M		466,25		309,25		439,50		302,25	
ΣX^2		58,75		114,75		77,00		278,75	
t hitung	Dk	t tabel							
-37,87	12	1,78							

$$\text{Derajat Kebebasan (dk)} = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 - 4 = 12$$

Maka H_0 diterima, karena $t_{hitung} < t_{table}$

Taraf signifikansi 0,05

- c. Setelah dilakukan pengujian pembakaran terhadap pengaruh 4 jenis volume dengan kadar garam yang dihasilkan, ternyata diketahui bahwa t hitung = - 12,05 **lebih Kecil** dari t tabel = 1,78 dalam taraf nyata 0,05, artinya **terdapat Tidak pengaruh jenis volume terhadap kadar garam**. Maka hipotesis penelitian yang menyatakan pengaruh jenis volume terhadap volume yang dihasilkan **diterima**. Di sisi lain H_0 ditolak

Tabel 4.6 Data analisis hipotesis Pengaruh Volume Terhadap kadar garam

Tes	Volume 123 Liter		Volume 103 Liter		Volume 74 Liter		Sampah Ranting	
	X1	X ²	X2	X ²	X3	X ²	X4	X ²
Percobaan Ke-								
1	27	729	24	576	18	324	17	289
2	25	625	22	484	17	289	16	256
3	25	625	22	484	12	144	12	144
4	26	676	18	324	18	64	6	36
Σ	103	2655	86	1868	55	821	51	725
Varians Si	0,92		6,33		21,67		24,92	
M	663,75		467,00		205,25		181,25	
ΣX^2	3,00		19,00		64,75		50,00	
t hitung	Dk	t tabel						
-12,05	12	1,78						

$$\text{Derajat Kebebasan (dk)} = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 - 4 = 12$$

Maka H_0 diterima, karena t hitung < t table

Taraf signifikansi 0,05

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah untuk menjawab tujuan dari penelitian ini. Berikut ini adalah jawaban dari dari tujuan penelitian:

1. Semakin banyak Volume penampung air laut yang digunakan maka menghasilkan volume air tawar yang banyak pula namun kadar garam yang dihasilkan semakin tinggi.
2. Volume air hasil destilasi yang dihasilkan terbanyak didapat apabila menggunakan jenis sampah plastik karena temperatur pembakaran yang dihasilkan paling tinggi.
3. Kadar garam terendah didapat apabila menggunakan jenis sampah kayu karena panas pada sampah ranting kayu stabil.
4. Terdapat pengaruh yang signifikan antara jenis sampah dengan hasil volume air tawar yang dihasilkan berdasarkan pada analisis uji hipotesis.
5. Tidak Terdapat pengaruh yang signifikan antara jenis sampah dengan Kadar garam yang dihasilkan berdasarkan pada analisis uji hipotesis.

6. Tidak Terdapat pengaruh yang signifikan antara jenis Volume air laut dipenampungan dengan Kadar garam yang dihasilkan berdasarkan pada analisis uji hipotesis

B. Saran

1. Perlu dilakukan penyempurnaan pipa untuk proses pendinginan uap atau ditambah bertingkat pada pipa pendingin.
2. Penyempurnaan bentuk pipa pemanas (*Heater*) agar pipa bias menyerap panas lebih baik.

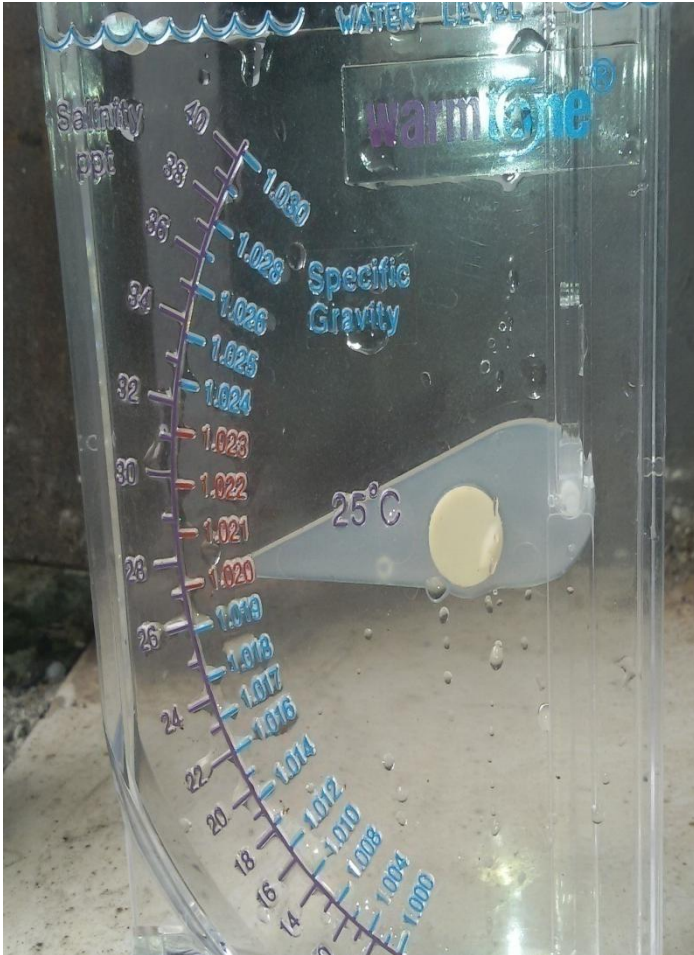
DAFTAR PUSTAKA

- Ensiklopedia Nasional*. 1990. Indonesia jilid 13. Jakarta: PT Cipto Adi Pustaka.
- Fauzi, Muhamad. Faktor-faktor yang tinjauan literature. 2010. Lunde J. Said, Idaman Nusa. *pengolahan air payau menjadi air minum dengan teknologi reverse osmosis*. 444.
- Irianto, eko w, dkk. 1996. *Instalasi pengolahan air sangat sederhana*. No37 Tahun III-KW, Puslitbang pengairan,
- Peter. John Willey. 1980. *Solar Thermal Engineering*. New York.
- Sudjana. 2005. *Metoda Statistika*. Bandung : Tarsito
- Walangare, dkk. 2003. *Rancang bangun alat konversi air laut menjadi air minum dengan proses Destilasi sederhana dengan menggunakan pemanas elektrik*. Teknik elektro, Unsrat

LAMPIRAN

Lampiran 1 (Hasil Kadar Garam Dengan Volume 123 Liter)

- a. Dengan menggunakan sampah batok kelapa dengan volume 123 liter mencapai



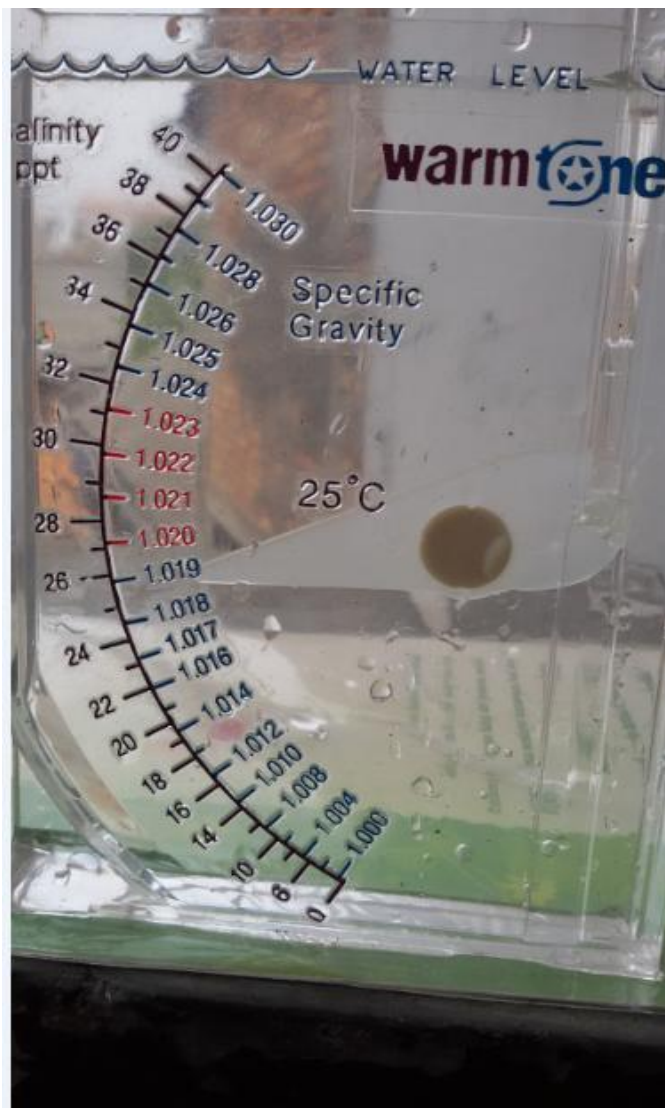
(Hasil Kadar Garam Dengan Volume 123 Liter)

- b. Dengan menggunakan sampah Campuran Plastik dan Ranting Kayu dengan volume 123 liter mencapai kadar garam 25 PPT.



(Hasil Kadar Garam Dengan Volume 123 Liter)

- c. Dengan menggunakan sampah Plastik dengan volume 123 liter mencapai kadar garam 26 PPT



(Hasil Kadar Garam Dengan Volume 123 Liter)

- d. Dengan menggunakan sampah Ranting Kayu dengan volume 123 liter mencapai kadar garam 25 PPT.



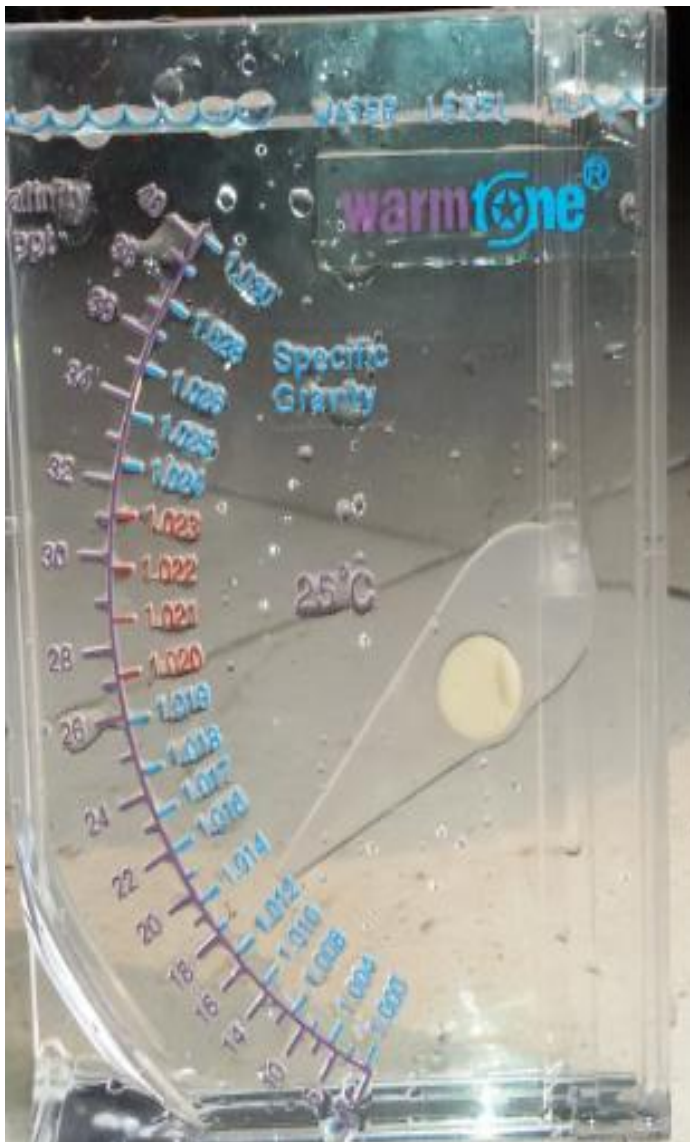
Lampiran 2 (Hasil Kadar Garam Dengan Volume 103 Liter)

- a. Dengan menggunakan sampah batok kelapa dengan volume 103 liter mencapai kadar garam 22 PPT.



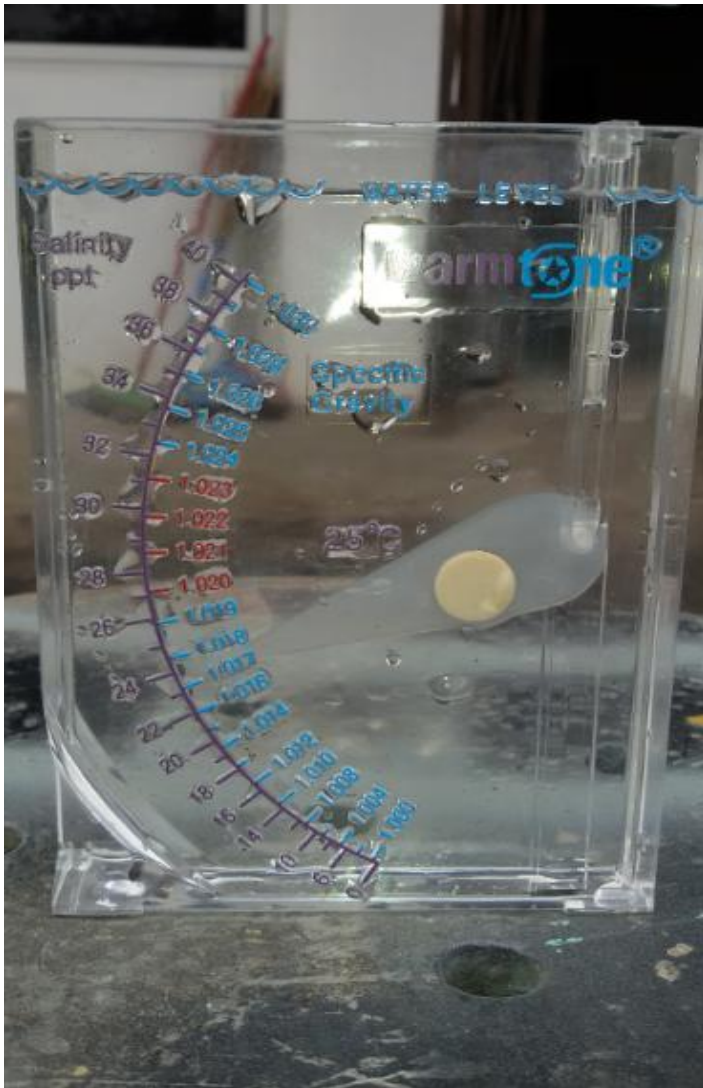
(Hasil Kadar Garam Dengan Volume 103 Liter)

- b. Dengan menggunakan sampah Campuran Plastik dan Ranting Kayu dengan volume 103 liter mencapai kadar garam 18 PPT.



(Hasil Kadar Garam Dengan Volume 103 Liter)

- c. Dengan menggunakan sampah Plastik dengan volume 103 liter mencapai kadar garam 24 PPT.



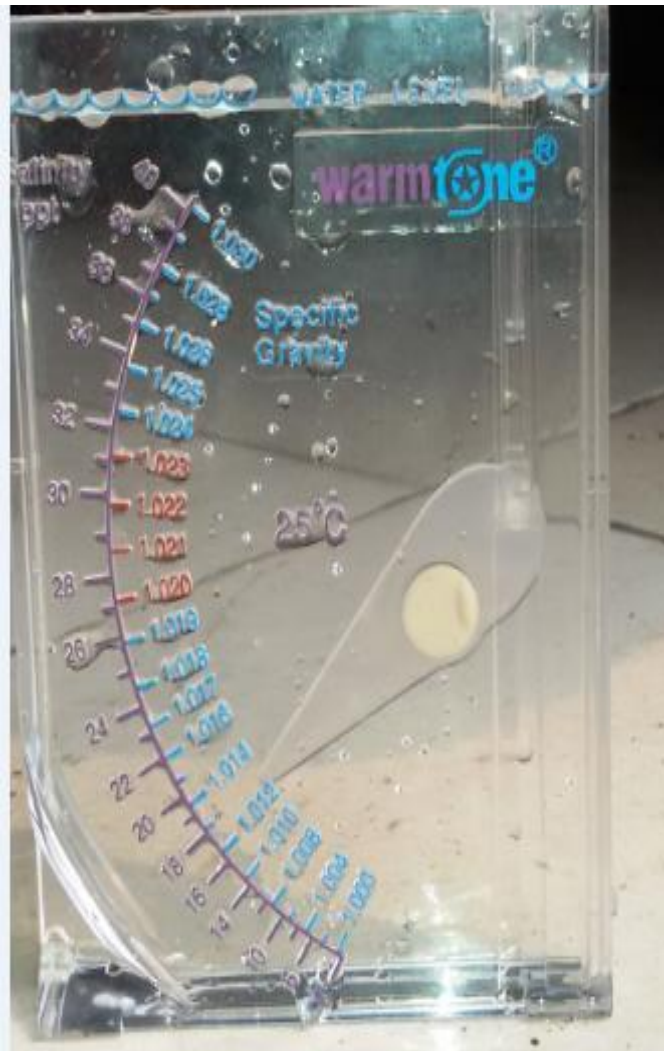
(Hasil Kadar Garam Dengan Volume 103 Liter)

- d. Dengan menggunakan sampah Ranting kayu dengan volume 103 liter mencapai kadar garam 22 PPT.



Lampiran 3 (Hasil Kadar Garam Dengan Volume 74 Liter)

- a. Dengan menggunakan sampah Batok Kelapa dengan volume 74 liter mencapai kadar garam 17 PPT.



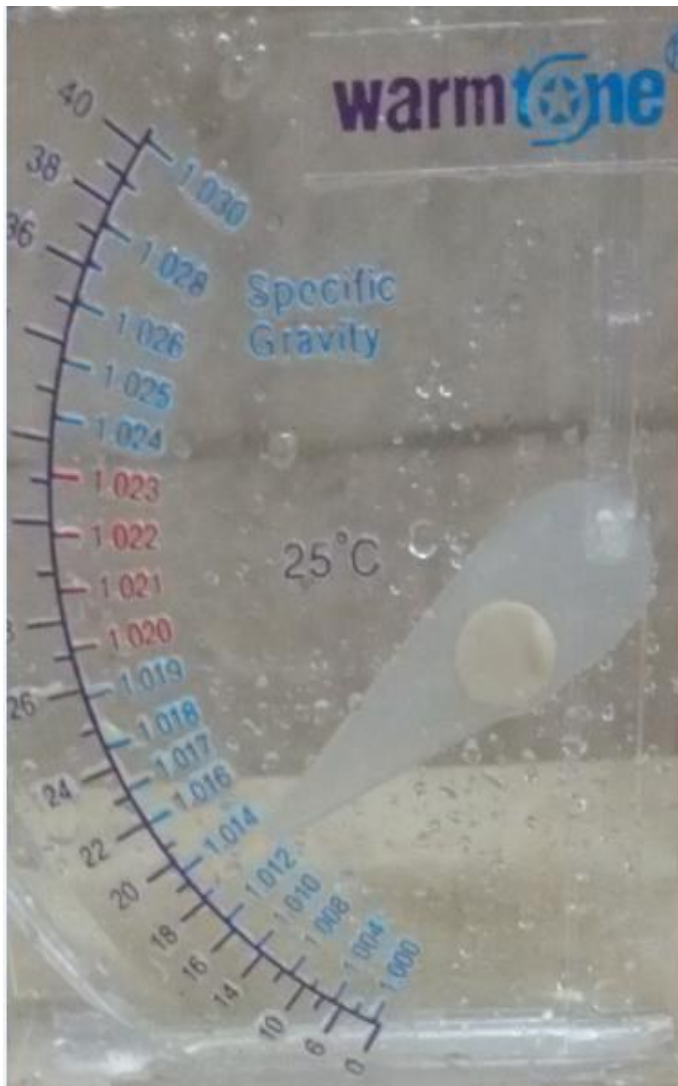
(Hasil Kadar Garam Dengan Volume 74 Liter)

- b. Dengan menggunakan sampah Campuran Plastik dan Ranting kayu dengan volume 74 liter mencapai kadar garam 12 PPT.



(Hasil Kadar Garam Dengan Volume 74 Liter)

- c. Dengan menggunakan sampah Plastik dengan volume 74 liter mencapai kadar garam 18 PPT



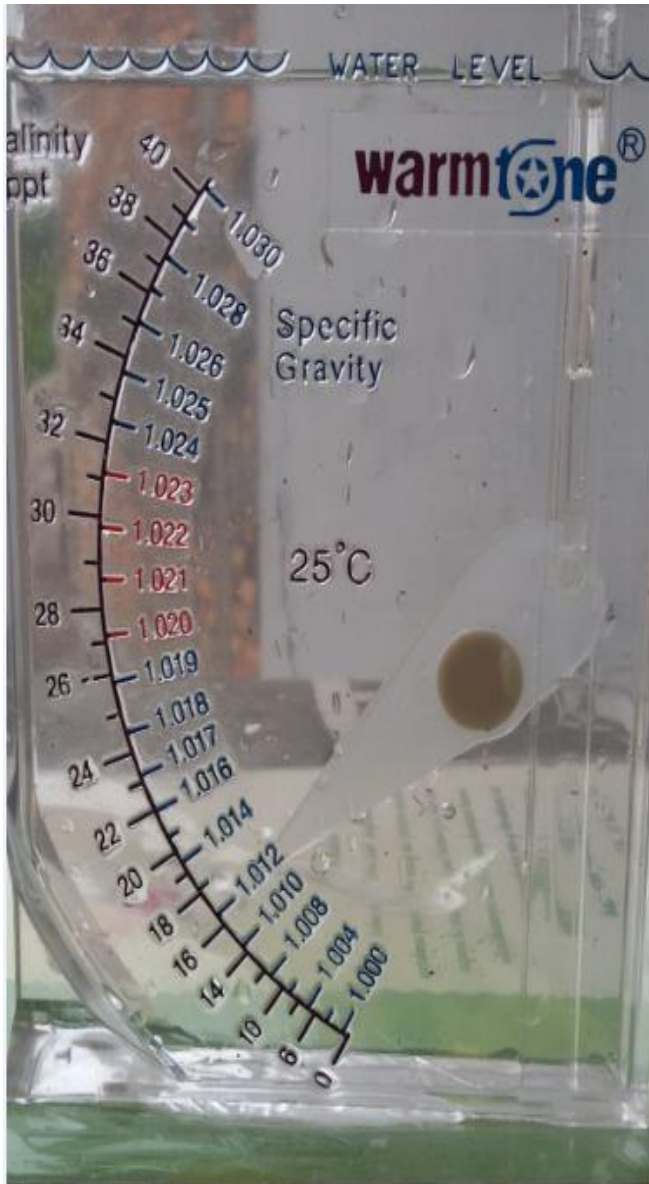
(Hasil Kadar Garam Dengan Volume 74 Liter)

- d. Dengan menggunakan sampah Ranting kayu dengan volume 74 liter mencapai kadar garam 8 PPT



Lampiran 4 (Hasil Kadar Garam Dengan Volume 53 Liter)

- a. Dengan menggunakan sampah Batok Kelapa dengan volume 53 liter mencapai kadar garam 16 PPT



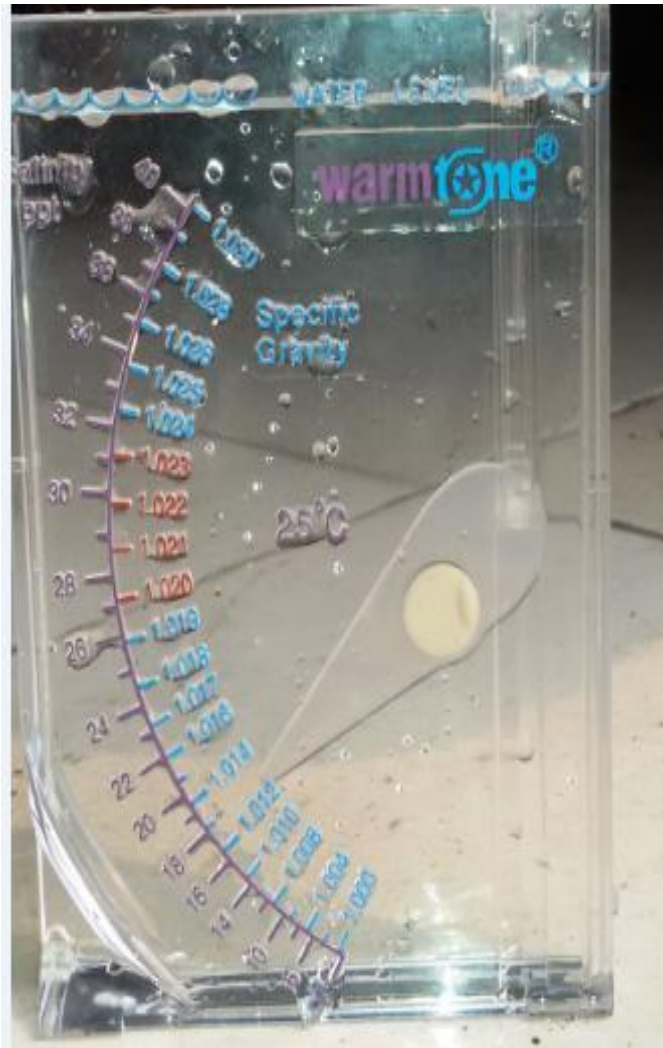
(Hasil Kadar Garam Dengan Volume 53 Liter)

- b. Dengan menggunakan sampah Campuran Plastik dan Ranting kayu dengan volume 53 liter mencapai kadar garam 12 PPT



(Hasil Kadar Garam Dengan Volume 53 Liter)

- c. Dengan menggunakan sampah Plastik dengan volume 53 liter mencapai kadar garam 17 PPT



(Hasil Kadar Garam Dengan Volume 53 Liter)

- d. Dengan menggunakan sampah Ranting kayu dengan volume 53 liter mencapai kadar garam 6 PPT



Lampiran 5. Data analisis hipotesis Pengaruh jenis sampah Terhadap kadar garam

Tes	Volume	Sampah Plastik		Sampah Campuran		Sampah Batok		Sampah Ranting	
Percobaan Ke	Liter	X1	X ²	X2	X ²	X3	X ²	X4	X ²
1	123	16,2	262,44	11,1	123,21	9,55	91,2025	4	16
2	103	11,5	132,25	6,2	38,44	9	81	1,2	1,44
3	74	6,4	40,96	1,1	1,21	2,7	7,29	0,9	0,81
4	54	1,2	1,44	0,7	0,49	0,75	0,5625	0,68	0,4624
Σ	-	35,3	437,09	19,1	163,35	22	180,06	6,78	18,712
Varians Si		137,04		51,92		56,66		5,92	
M		109,27		40,83		45,01		4,67	
ΣX ²		125,57		72,15		59,06		7,22	
t hitung	Dk	t tabel							
7,69	12	1,78							

$$\text{Derajat Kebebasan (dk)} = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 - 4 = 12$$

t hitung	Dk	t tabel
7.69	12	1,78

Maka Ho ditolak, karena t hitung > t table
Taraf Signifikasi 0.05

Varians Sampah Plastik

$$S_i^2 = \frac{n (\sum X^2) - (\sum X)^2}{n (n-1)}$$

$$\begin{aligned}
 S_i^2 &= \frac{4(437.09) - (35.3)^2}{4(4-1)} \\
 &= \frac{1748.36 - 1246.09}{12} \\
 &= \frac{1644.51}{12} \\
 &= \mathbf{137.04}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Log } S_i^2 &= \text{Log } 137.04 = 2.13 \\ (\text{dk})(\log S_i^2) &= (3)(2.13) \\ &= 6.39 \end{aligned}$$

Varians Sampah Campuran

$$\begin{aligned} S_i^2 &= \frac{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}{n(n-1)} \\ S_i^2 &= \frac{4(163.35)(19.1)^2}{4(4-1)} \\ &= \frac{653.4-364.81}{12} \\ &= \frac{622.99}{12} \\ &= 51.92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Log } S_i^2 &= \text{Log } 51.92 = 1.71 \\ (\text{dk})(\log S_i^2) &= (3)(1.71) \\ &= 5.13 \end{aligned}$$

Varians Sampah Batok Kelapa

$$\begin{aligned} S_i^2 &= \frac{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}{n(n-1)} \\ S_i^2 &= \frac{4(180.055)(22)^2}{4(4-1)} \\ &= \frac{720.22-484}{12} \\ &= \frac{679.88}{12} \\ &= 56.66 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Log } S_i^2 &= \text{Log } 56.66 = 1.75 \\ (\text{dk})(\log S_i^2) &= (3)(1.75) \\ &= 5.25 \end{aligned}$$

Varians Sampah Ranting kayu

$$S_i^2 = \frac{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

$$\begin{aligned} S_i^2 &= \frac{4(18.7124)(6.78)^2}{4(4-1)} \\ &= \frac{74.84-45.96}{12} \\ &= \frac{71.01}{12} \\ &= \mathbf{5.92} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Log } S_i^2 &= \text{Log } 5.92 = & 0.77 \\ (dk)(\log S_i^2) &= (3)(0.77) \\ &= \mathbf{2.31} \end{aligned}$$

Varians Gabungan

$$\begin{aligned} S^2 &= \frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2 + (n_3-1)S_3^2 + (n_4-1)S_4^2}{(n_1-1) + (n_2-1) + (n_3-1) + (n_4-1)} \\ &= \frac{3(6.39) + 3(5.13) + 3(5.25) + 3(2.31)}{(3) + (3) + (3) + (3)} \\ &= \frac{19.17 + 15.39 + 15.75 + 6.93}{12} \\ &= \frac{50.88}{12} = \mathbf{4.24} \end{aligned}$$

$$\text{Log } 4.24 = 0.62$$

$$\begin{aligned} \beta &= (\log S^2)(\sum dk) \\ &= (0.62)(12) \\ &= \mathbf{7.44} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_1 &= \frac{\sum X_1}{n} \\ &= \frac{437.09}{4} \\ &= \mathbf{109.27} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\sum X_1^2 &= \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \\
&= 437.09 - \frac{(35.3)^2}{4} \\
&= 437.09 - \frac{1246.09}{4} \\
&= 437.09 - 311.52 \\
&= \mathbf{125.57}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_2 &= \frac{\sum X_2}{n} \\
&= \frac{163.35}{4} \\
&= \mathbf{40.83}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\sum X_1^2 &= \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \\
&= 163.35 - \frac{(19.1)^2}{4} \\
&= 163.35 - \frac{364.81}{4} \\
&= 163.35 - 91.2 \\
&= \mathbf{72.15}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_3 &= \frac{\sum X_3}{n} \\
&= \frac{180.055}{4} \\
&= \mathbf{45.01}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\sum X_1^2 &= \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \\
&= 180.055 - \frac{(22)^2}{4} \\
&= 180.055 - \frac{484}{4} \\
&= 180.055 - 121 \\
&= \mathbf{59.06}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M4 &= \frac{\sum X^4}{n} \\
 &= \frac{18.7124}{4} \\
 &= \mathbf{4.67}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum X^2 &= \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \\
 &= 18.7124 - \frac{(6.78)^2}{4} \\
 &= 18.7124 - \frac{45.96}{4} \\
 &= 18.7124 - 11.49 \\
 &= \mathbf{7.22}
 \end{aligned}$$

Lampiran 6. Data analisis hipotesis Pengaruh Jenis Sampah Terhadap kadar garam

Tes	Volume	Sampah Plastik		Sampah Campuran		Sampah Batok		Sampah Ranting	
		X1	X ²	X2	X ²	X3	X ²	X4	X ²
Percobaan Ke-	Liter								
1	123	26	676	25	625	27	729	25	625
2	103	24	576	18	324	22	484	22	484
3	74	18	324	12	144	17	289	8	64
4	54	17	289	12	144	16	256	6	36
Σ	-	85	1865	67	1237	82	1758	61	1209
Varians Si		19,58		38,67		25,67		92,92	
M		466,25		309,25		439,50		302,25	
ΣX ²		58,75		114,75		77,00		278,75	
t hitung	Dk	t tabel							
-37,87	12	1,78							

$$\text{Derajat Kebebasan (dk)} = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 - 4 = 12$$

t hitung	Dk	t tabel
-37.87	12	1,78

Maka Ho diterima, karena t hitung < t table
Taraf Signifikasi 0.05

Varians Sampah Plastik

$$S_i^2 = \frac{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

$$\begin{aligned}
 S_i^2 &= \frac{4(1865)(85)^2}{4(4-1)} \\
 &= \frac{7460-7225}{12} \\
 &= \frac{235}{12}
 \end{aligned}$$

$$= \mathbf{19.58}$$

$$\begin{aligned} \text{Log } S_i^2 &= \text{Log } 19.58 = 1.29 \\ (\text{dk})(\log S_i^2) &= (3)(1.29) \\ &= \mathbf{3.87} \end{aligned}$$

Varians Sampah Campuran

$$S_i^2 = \frac{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

$$\begin{aligned} S_i^2 &= \frac{4(1237)(67)^2}{4(4-1)} \\ &= \frac{4948-4489}{12} \\ &= \frac{464}{12} \\ &= \mathbf{38.67} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Log } S_i^2 &= \mathbf{\text{Log } 38.67} = 1.58 \\ (\text{dk})(\log S_i^2) &= \mathbf{(3)(1.58)} \\ &= \mathbf{4.74} \end{aligned}$$

Varians Sampah Batok Kelapa

$$S_i^2 = \frac{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

$$\begin{aligned} S_i^2 &= \frac{4(1758)(82)^2}{4(4-1)} \\ &= \frac{7032-6724}{12} \\ &= \frac{308}{12} \\ &= \mathbf{25.67} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Log } S_i^2 &= \text{Log } 25.67 = 1.4 \\ (\text{dk})(\log S_i^2) &= (3)(1.4) \\ &= \mathbf{4.22} \end{aligned}$$

Varians Sampah Ranting kayu

$$S_i^2 = \frac{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

$$\begin{aligned} S_i^2 &= \frac{4(1209)(61)^2}{4(4-1)} \\ &= \frac{4836-3721}{12} \\ &= \frac{1115}{12} \\ &= \mathbf{92.92} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Log } S_i^2 &= \text{Log } 92.92 = \mathbf{1.96} \\ (\text{dk})(\log S_i^2) &= (3)(1.96) \\ &= \mathbf{5.90} \end{aligned}$$

Varians Gabungan

$$\begin{aligned} S^2 &= \frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2 + (n_3-1)S_3^2 + (n_4-1)S_4^2}{(n_1-1) + (n_2-1) + (n_3-1) + (n_4-1)} \\ &= \frac{3(3.87) + 3(4.74) + 3(4.22) + 3(5.90)}{(3) + (3) + (3) + (3)} \\ &= \frac{11.61 + 14.22 + 12.66 + 17.7}{12} \\ &= \frac{56.19}{12} = \mathbf{4.6825} \\ \text{Log } 4.6825 &= 0.67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta &= (\log S^2)(\sum \text{dk}) \\ &= (0.67)(12) \\ &= \mathbf{8.05} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M1 &= \frac{\sum X1}{n} \\
 &= \frac{1865}{4} \\
 &= \mathbf{466.25}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum X1^2 &= \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \\
 &= 1865 - \frac{(85)^2}{4} \\
 &= 1865 - \frac{7225}{4} \\
 &= 1865 - 1806,25 \\
 &= \mathbf{58.75}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M2 &= \frac{\sum X2}{n} \\
 &= \frac{1237}{4} \\
 &= \mathbf{309.25}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum X1^2 &= \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \\
 &= 1237 - \frac{(67)^2}{4} \\
 &= 1237 - \frac{4489}{4} \\
 &= 1237 - 1122,25 \\
 &= \mathbf{114.75}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M3 &= \frac{\sum X3}{n} \\
 &= \frac{1758}{4} \\
 &= \mathbf{439.50}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\sum X_1^2 &= \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \\
&= 1758 - \frac{(82)^2}{4} \\
&= 1758 - \frac{6724}{4} \\
&= 1758 - 1681 \\
&= \mathbf{77.00}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_4 &= \frac{\sum X^4}{n} \\
&= \frac{1209}{4} \\
&= \mathbf{302.25}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\sum X_1^2 &= \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \\
&= 1209 - \frac{(61)^2}{4} \\
&= 1209 - \frac{3721}{4} \\
&= 1209 - 930,25 \\
&= \mathbf{278.75}
\end{aligned}$$

Lampiran 7. Data analisis hipotesis Pengaruh Volume Terhadap kadar garam

Tes	Volume 123 Liter		Volume 103 Liter		Volume 74 Liter		Sampah Ranting	
	X1	X ²	X2	X ²	X3	X ²	X4	X ²
Percobaan Ke-								
1	27	729	24	576	18	324	17	289
2	25	625	22	484	17	289	16	256
3	25	625	22	484	12	144	12	144
4	26	676	18	324	18	64	6	36
Σ	103	2655	86	1868	55	821	51	725
Varians Si	0,92		6,33		21,67		24,92	
M	663,75		467,00		205,25		181,25	
ΣX ²	3,00		19,00		64,75		50,00	
t hitung	Dk	t tabel						
-12,05	12	1,78						

$$\text{Derajat Kebebasan (dk)} = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 - 4 = 12$$

Maka H_0 diterima, karena t hitung $<$ t table

Taraf signifikansi 0,05

Varians Volume 123

$$S_i^2 = \frac{n (\sum X^2) - (\sum X)^2}{n (n-1)}$$

$$\begin{aligned} S_i^2 &= \frac{4(2655)(103)^2}{4 (4-1)} \\ &= \frac{10620-10609}{12} \\ &= \frac{11}{12} \\ &= \mathbf{0.92} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Log } S_i^2 &= \text{Log } 0.92 = -0.03 \\
 (\text{dk})(\text{log } S_i^2) &= (3)(-0.03) \\
 &= -0.09
 \end{aligned}$$

Varians Volume 103

$$S_i^2 = \frac{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

$$\begin{aligned}
 S_i^2 &= \frac{4(1868)(86)^2}{4(4-1)} \\
 &= \frac{7472-7396}{12} \\
 &= \frac{76}{12} \\
 &= 6.33
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Log } S_i^2 &= \text{Log } 6.33 = 0.81 \\
 (\text{dk})(\text{log } S_i^2) &= (3)(0.81) \\
 &= 2.43
 \end{aligned}$$

Varians Volume 74

$$S_i^2 = \frac{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

$$\begin{aligned}
 S_i^2 &= \frac{4(821)(55)^2}{4(4-1)} \\
 &= \frac{3284-3025}{12} \\
 &= \frac{260}{12} \\
 &= 21.67
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Log } S_i^2 &= \text{Log } 21.67 = 1.33 \\ (dk)(\log S_i^2) &= (3)(1.33) \\ &= 3.99 \end{aligned}$$

Varians Volume 53

$$S_i^2 = \frac{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

$$\begin{aligned} S_i^2 &= \frac{4(725)(51)^2}{4(4-1)} \\ &= \frac{2900-2601}{12} \\ &= \frac{299}{12} \\ &= 24.92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Log } S_i^2 &= \text{Log } 24.92 = 1.39 \\ (dk)(\log S_i^2) &= (3)(1.39) \\ &= 4.17 \end{aligned}$$

Varians Gabungan

$$\begin{aligned} S^2 &= \frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2 + (n_3-1)S_3^2 + (n_4-1)S_4^2}{(n_1-1) + (n_2-1) + (n_3-1) + (n_4-1)} \\ &= \frac{3(-0.09) + 3(2.43) + 3(3.99) + 3(4.17)}{(3) + (3) + (3) + (3)} \\ &= \frac{31.5}{12} \\ &= \frac{2.625}{12} = 0.21875 \end{aligned}$$

$$\text{Log } 0.21875 = 0.66$$

$$\begin{aligned} \beta &= (\log S^2)(\sum dk) \\ &= (0.66)(12) \\ &= 7.92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M1 &= \frac{\sum X1}{n} \\
 &= \frac{2655}{4} \\
 &= \mathbf{663.75}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum X1^2 &= \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \\
 &= 2655 - \frac{(103)^2}{4} \\
 &= 2655 - \frac{10.609}{4} \\
 &= 2655 - 2652 \\
 &= \mathbf{3.00}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M2 &= \frac{\sum X2}{n} \\
 &= \frac{1868}{4} \\
 &= \mathbf{467.00}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum X1^2 &= \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \\
 &= 1868 - \frac{(86)^2}{4} \\
 &= 1868 - \frac{7396}{4} \\
 &= 1868 - 1849 \\
 &= \mathbf{19.00}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M3 &= \frac{\sum X3}{n} \\
 &= \frac{821}{4} \\
 &= \mathbf{205.25}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Sigma X1^2 &= \Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{n} \\
&= 821 - \frac{(55)^2}{4} \\
&= 821 - \frac{3025}{4} \\
&= 821 - 756.25 \\
&= \mathbf{64.75}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M4 &= \frac{\Sigma X4}{n} \\
&= \frac{725}{4} \\
&= \mathbf{181.25}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Sigma X1^2 &= \Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{n} \\
&= 725 - \frac{(51)^2}{4} \\
&= 725 - \frac{2601}{4} \\
&= 725 - 650.25 \\
&= \mathbf{50.00}
\end{aligned}$$

Lampiran 8. Perhitungan kebutuhan panas dalam tungku pembakaran berkaitan dengan penentuan jumlah bahan bakar (sampah) yang dibakar dan penentuan ukuran dari ventilasi udara dalam tungku.

Volume penuh dari pipa pemanas adalah 4,3 L

Volume pengisian adalah

Level air	Volume Bak Penampungan	Volume Air di Dalam Pipa
1	123 Liter	2,6 Liter
2	103 Liter	2,1 Liter
3	74 Liter	1,77 Liter
4	54 Liter	1,72 Liter

Maka panas yang dibutuhkan untuk memanaskan air pada level air 1 adalah:

$$\begin{aligned} Q &= 2,6 \times (W100^{\circ}\text{C} - W30^{\circ}) \\ &= 2,6 \times (387 - 314,4) \\ &= 2,6 \times 72,6 \\ &= 188,76 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Kalor laten penguapan

$$Q = 2,6 \times (W100^\circ)$$

$$= 2,6 \times 387$$

$$= 1006,2 \text{ kJ}$$

Total Kebutuhan panas tungku adalah

$$Q = 188,76 + 1006,2$$

$$= \underline{\underline{1194,96 \text{ kJ}}}$$

Maka panas yang dibutuhkan untuk memanaskan air pada level air 2 adalah:

$$Q = 2,1 \times (W100^\circ\text{C} - W30^\circ)$$

$$= 2,1 \times (387 - 314,4)$$

$$= 2,1 \times 72,6$$

$$= 152,46 \text{ kJ}$$

Kalor laten penguapan

$$Q = 2,1 \times (W100^\circ)$$

$$= 2,1 \times 387$$

$$= 812,7 \text{ kJ}$$

Total Kebutuhan panas tungku adalah

$$Q = 152,46 + 812,7$$

$$= \underline{\underline{965,16 \text{ kJ}}}$$

Maka panas yang dibutuhkan untuk memanaskan air pada level air 3 adalah:

$$Q = 1,77 \times (W100^{\circ}\text{C} - W30^{\circ})$$

$$= 1,77 \times (387 - 314,4)$$

$$= 1,77 \times 72,6$$

$$= 128,5 \text{ kJ}$$

Kalor laten penguapan

$$Q = 1,77 \times (W100^{\circ})$$

$$= 1,77 \times 387$$

$$= 684,99 \text{ kJ}$$

Total Kebutuhan panas tungku adalah

$$Q = 128,5 + 684,99$$

$$= \underline{\underline{813,49 \text{ kJ}}}$$

Maka panas yang dibutuhkan untuk memanaskan air pada level air 4 adalah:

$$Q = 1,72 \times (W100^{\circ}\text{C} - W30^{\circ})$$

$$= 1,72 \times (387 - 314,4)$$

$$= 1,72 \times 72,6$$

$$= 124,87 \text{ kJ}$$

Kalor laten penguapan

$$Q = 1,72 \times (W100^\circ)$$

$$= 1,72 \times 387$$

$$= 665,64 \text{ kJ}$$

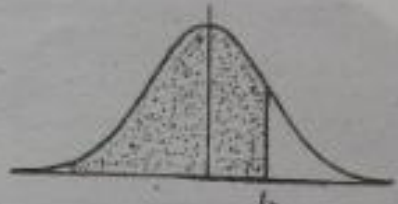
Total Kebutuhan panas tungku adalah

$$Q = 124,87 + 665,64$$

$$= \underline{\underline{790,51 \text{ kJ}}}$$

Lampiran 9 Tabel Data Statistik Uji t

DAFTAR G
 Nilai Persepsi
 Untuk Distribusi t
 $V = dk$
 (Nilainya Dalam Besaran Daftar
 Menyatakan t_p)



V	$t_{0.995}$	$t_{0.99}$	$t_{0.975}$	$t_{0.95}$	$t_{0.90}$	$t_{0.85}$	$t_{0.80}$	$t_{0.75}$	$t_{0.70}$	$t_{0.65}$	$t_{0.60}$
1	63,66	31,82	12,71	6,31	3,08	1,376	1,000	0,727	0,575	0,458	0,375
2	9,92	6,96	4,30	2,92	1,89	1,061	0,816	0,611	0,490	0,412	0,342
3	5,84	4,54	3,18	2,35	1,64	0,978	0,785	0,584	0,477	0,407	0,341
4	4,60	3,75	2,78	2,13	1,53	0,941	0,741	0,549	0,451	0,381	0,315
5	4,03	3,36	2,57	1,92	1,44	0,920	0,727	0,538	0,441	0,371	0,305
6	3,71	3,14	2,45	1,84	1,41	0,906	0,718	0,533	0,436	0,366	0,300
7	3,50	3,00	2,36	1,80	1,42	0,896	0,711	0,519	0,431	0,361	0,295
8	3,36	2,90	2,31	1,86	1,40	0,889	0,706	0,516	0,427	0,357	0,291
9	3,25	2,82	2,26	1,83	1,38	0,883	0,703	0,514	0,424	0,354	0,288
10	3,17	2,76	2,23	1,81	1,37	0,879	0,700	0,512	0,420	0,352	0,286
11	3,11	2,72	2,20	1,80	1,36	0,876	0,697	0,510	0,418	0,350	0,284
12	3,06	2,68	2,18	1,78	1,36	0,873	0,695	0,509	0,416	0,349	0,283
13	3,01	2,64	2,16	1,77	1,35	0,870	0,694	0,508	0,415	0,348	0,282
14	2,98	2,62	2,14	1,76	1,34	0,868	0,692	0,507	0,414	0,347	0,281
15	2,95	2,60	2,13	1,75	1,34	0,866	0,691	0,506	0,413	0,346	0,280
16	2,92	2,58	2,12	1,75	1,34	0,865	0,690	0,505	0,412	0,345	0,279
17	2,90	2,57	2,11	1,74	1,33	0,863	0,689	0,504	0,411	0,344	0,278
18	2,88	2,56	2,10	1,73	1,33	0,862	0,688	0,504	0,410	0,343	0,277
19	2,86	2,54	2,09	1,73	1,33	0,861	0,688	0,503	0,409	0,342	0,276
20	2,84	2,53	2,09	1,72	1,32	0,860	0,687	0,503	0,408	0,341	0,275
21	2,83	2,52	2,08	1,72	1,32	0,859	0,686	0,502	0,407	0,340	0,274
22	2,82	2,51	2,07	1,72	1,32	0,858	0,686	0,502	0,406	0,339	0,273
23	2,81	2,50	2,07	1,71	1,32	0,858	0,685	0,502	0,405	0,338	0,272
24	2,80	2,49	2,06	1,71	1,32	0,857	0,685	0,501	0,404	0,337	0,271
25	2,79	2,48	2,06	1,71	1,32	0,856	0,684	0,501	0,403	0,336	0,270
26	2,78	2,48	2,06	1,71	1,32	0,856	0,684	0,501	0,402	0,335	0,269
27	2,77	2,47	2,05	1,70	1,31	0,855	0,684	0,501	0,401	0,334	0,268
28	2,76	2,47	2,05	1,70	1,31	0,855	0,683	0,500	0,400	0,333	0,267
29	2,76	2,46	2,04	1,70	1,31	0,854	0,683	0,500	0,399	0,332	0,266
30	2,75	2,46	2,04	1,70	1,31	0,854	0,683	0,500	0,398	0,331	0,265
40	2,70	2,42	2,02	1,68	1,30	0,851	0,681	0,500	0,395	0,328	0,262
60	2,66	2,39	2,00	1,67	1,30	0,848	0,679	0,500	0,391	0,324	0,258
120	2,62	2,36	1,98	1,66	1,29	0,845	0,677	0,500	0,387	0,320	0,254
∞	2,58	2,33	1,96	1,645	1,28	0,842	0,674	0,500	0,382	0,315	0,249

Sumber : Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research, Fisher, R. A. dan Yates : F.,
 Table III, Oliver & Boyd Ltd, Edinburgh.

