

**Rancang Bangun Alat Destilasi Air Laut Menjadi Air Tawar
Menggunakan Bahan Bakar Sampah Kayu Sebagai Sumber
Energi**



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

TRI WIYATNO

5315107492

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA 2017

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Rancang Bangun Alat Destilasi Air Laut Menjadi Air Tawar
Menggunakan Bahan Bakar Sampah Kayu Sebagai Sumber
Energi.
Nama : Tri Wiyatno
No. Reg : 5315107492

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Dosen Pembimbing I <u>Ahmad Kholil, S.T., MT.</u> NIP : 197908312005011001	_____	_____

Dosen Pembimbing II <u>Dr. Darwin Rio Budi Syaka, ST., MT.</u> NIP : 197604222006041001	_____	_____
--	-------	-------

Dosen Penguji

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua Sidang <u>Ferry Budhi Susetyo, S.T., M.T., M.Si.</u> NIP : 198202022010121002	_____	_____

Sekretaris Sidang <u>Siska Titik Dwiyantri, S.Si., M.T.</u> NIP : 197812122006042002	_____	_____
---	-------	-------

Dosen Ahli <u>Ragil Sukarno, S.T., M.T.</u> NIP : 197911022012121001	_____	_____
---	-------	-------

Mengetahui
Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Universitas Negeri Jakarta

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

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa :

Nama : Tri Wiyatno
No. Reg : 5315107492
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Jurusan : Fakultas Teknik
Universitas : Universitas Negeri Jakarta

Adalah benar menulis skripsi ini dengan gagasan sendiri dan melakukan penelitian sesuai dengan arahan Dosen pembimbing skripsi. Dalam skripsi tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang atau sumbernya dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Demikian lembar pernyataan ini dibuat dengan sungguh – sungguh. Apabila terdapat kesalahan dan kekeliruan, akan dilakukan pembenaran sebagaimana mestinya.

Jakarta, Agustus 2017

Tri Wiyatno

NRM. 5315107492

ABSTRAK

TRI WIYATNO, Rancang Bangun Alat Destilasi Air Laut Menjadi Air Tawar Menggunakan Bahan Bakar Sampah Kayu Sebagai Sumber Energi. (2017). Jakarta: Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai temperatur yang dihasilkan oleh bata ringan yang digunakan sebagai bahan isolator pada dinding tungku alat desalinasi, serta mengetahui keadaan yang terjadi dalam tungku bahwa panas terjaga dengan baik, dan mengetahui perbandingan pengujian software dengan pengujian eksperimen.

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan memaksimalkan tungku alat destilasi dengan penambahan bahan isolator bata ringan pada sisi dinding tungku alat destilasi bagian dalam.

Hasil yang dicapai pada penelitian ini adalah nilai komputasi dari temperatur, kecepatan angin, dan berat jenis. Kemudian didapatkan nilai perhitungan manual yang diambil dalam pengujian eksperimen. Hasil dari pengujian temperatur bata ringan melalui software sebesar 72°C pada sisi dalam permukaan bata ringan dan 80°C pada sisi luar permukaan bata ringan.

Kata Kunci : Destilasi, Bata Ringan, Air Laut, Air Tawar.

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa terpanjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Rancang Bangun Alat Destilasi Air Laut Menjadi Air Tawar Menggunakan Bahan Bakar Sampah Kayu Sebagai Sumber Energi”.

Begitu banyak pelajaran dan pengalaman baru yang diperoleh selama proses skripsi ini. Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam menyusun skripsi ini tidak lepas dari bantuan, do'a, dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas segala bantuan yang diberikan kepada penulis, terutama :

1. Bapak Ahmad Kholil, S.T, M.T, selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta sekaligus Dosen Pembimbing I.
2. Bapak Dr. Darwin Rio Budi Syaka, S.T, M.T, selaku Kepala Lab Otomotif Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta sekaligus Dosen Pmbimbing II.
3. Bapak Imam Basori, S.T, M.T, selaku Pembimbing Akademik.
4. Seluruh anggota keluarga, terutama kedua Orang Tua, Bapak Ngadiman dan Ibu Paryati, Kakak dan Adik yang tiada hentinya memberikan do'a, dukungan dan semangat khususnya selama proses pengerjaan skripsi.
5. Laboran Lab Otomotif Teknik Mesin UNJ, Mas Dani dan Mas Min yang senantiasa membantu penulis selama di Lab Otomotif.
6. Segenap Dosen pengajar Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu kepada penulis.

7. Achmad Sofyan Maroghi, kawan, sahabat, rekan se-perskripsian yang telah bekerja sama untuk menyelesaikan skripsi ini.
8. Eko Suyoso, S.Pd yang memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis.
9. Teman – teman seperjuangan Teknik Mesin S1 Regular dan Non Regular 2010 yang selalu memberikan semangat, do'a dan segala bantuan yang tidak bisa disebutkan untuk semangat dan solidaritasnya.
10. Serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini sampai selesai yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari keterbatasan, sehingga skripsi ini masih banyak kekurangan, baik dalam sistematika maupun isi dalam materi. Oleh karena itu penulis sangat menghargai kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan penulisan skripsi ini di masa yang akan datang.

Penulis berharap skripsi ini dapat menjadi sumbangan pemikiran yang bermanfaat dan penulis mendo'akan untuk segala bentuk bantuan yang telah diberikan oleh semua pihak mendapatkan sebaik-baiknya balasan, limpahan rahmat dan keberkahan dari Allah SWT. Amin.

Jakarta, Agustus 2017

Penulis,

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Pembatasan Masalah	3
1.4. Rumusan Masalah	3
1.5. Tujuan Penelitian	3
1.6. Manfaat Penelitian	4
BAB II	5
LANDASAN TEORI	5
2.1. Destilasi	5
2.1.1. Destilasi Sederhana	5
2.1.2. Destilasi Fraksinasi (Bertingkat)	6
2.1.3. Destilasi Uap	7
2.1.4. Destilasi Vakum	8
2.2. Konduksi	9
2.3. Konveksi	10

2.4.	Tungku.....	11
2.5.	Cerobong	13
2.6.	Ventilator.....	14
2.7.	Bata Ringan (hebel).....	14
2.8.	<i>Software SolidWork</i>	15
2.9.	Pengelasan	15
2.10.	Termokopel.....	16
BAB III		19
METODOLOGI PENELITIAN.....		19
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.2.	Alat dan Bahan Penelitian.....	19
3.2.1.	Perangkat Lunak	19
3.2.2.	Alat dan Bahan Penelitian.....	19
3.3.	Diagram Alir Penelitian	24
3.4.	Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data Secara Literatur	25
3.5.	Rancangan Desain Alat Destilasi	25
3.6.	Prinsip Kerja Alat Destilasi.....	27
3.7.	Komponen - Komponen Serta Fungsi Alat Tungku Destilasi	27
3.8.	Pengerjaan Pembuatan Alat Destilasi Air Laut.....	34
3.8.1.	Rangka Tungku Alat Destilasi	34
3.8.2.	Pipa <i>Heater</i>	36
3.8.3.	Bodi Tungku Bawah	37
3.8.4.	Bodi Tungku Atas (Cerobong).....	38
3.8.5.	Pemasangan Bata Ringan.....	39
3.8.6.	Pipa Kondensasi.....	40
3.9.	Langkah Desain Pembuatan Simulasi.....	42

3.9.1. Desain Tungku Alat Destilasi	43
3.9.2. Desain Penyangga Sampah Kayu Sebagai Bahan Bakar	44
3.9.3. Desain Bata Ringan	45
3.9.4. Desain Sampah Kayu Sebagai Sumber Energi	46
3.9.5. Desain Bodi Depan dan Pintu Tungku Destilasi	46
3.10. Langkah Perakitan (<i>Assembly</i>)	47
3.10.1. Perakitan Penyangga Sampah Kayu dengan Tungku Destilasi	47
3.10.2. Perakitan Bata Ringan dengan Tungku Destilasi	48
3.10.3. Peletakan Sampah Kayu dengan Penyangga Sampah Kayu	49
3.10.4. Pemasangan Bodi Depan dan Pintu pada Tungku Destilasi	50
3.11. Langkah Proses Simulasi	51
3.12. Pengujian Penelitian	61
3.13. Analisis Data	63
BAB IV	64
HASIL PENELITIAN	64
4.1. Deskripsi Hasil Penelitian	64
4.2. Hasil Pengujian Pada Destilasi Air Laut Menjadi Air Tawar	64
4.3. Hasil Destilasi	65
4.4. Hasil Penelitian Menggunakan <i>Software Solidwork</i>	66
4.4.1. Pengujian Pada Bata Ringan	66
4.4.2. Hasil Pengujian Menggunakan Potongan (<i>Cut Plot</i>)	67
4.4.3. Pembacaan Hasil Pengujian Permukaan (<i>Surface</i>)	70
4.4.4. Pembacaan Hasil Pengujian Aliran Udara	72
4.4.5. Hasil Pengujian (<i>Goals Plots</i>)	72
4.5. Hasil Perhitungan Laju Aliran Kalor Setiap Dinding Tungku	77
4.5.1. Laju aliran kalor pada dinding tungku bagian belakang	77

4.5.2.	Laju aliran kalor pada dinding tungku bagian sisi samping.....	78
4.5.3.	Laju aliran kalor pada dinding tungku bagian sisi depan.....	79
4.5.4.	Laju aliran kalor pada dinding tungku bagian sisi pintu	80
4.6.	Pembahasan	82
BAB V	.....	85
KESIMPULAN	.....	85
A.	Kesimpulan	85
DAFTAR PUSTAKA	.....	877
LAMPIRAN	.....	888
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	.....	999

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Destilasi Sederhana.....	6
Gambar 2.2 Destilasi Fraksinasi.....	7
Gambar 2.3 Destilasi Uap.....	8
Gambar 2.4 Destilasi Vakum.....	9
Gambar 2.5 Komponen-komponen Tungku (<i>The Carbon Trust, 1993</i>).....	13
Gambar 2.6 Proses Pengelasan.....	16
Gambar 3.1 Proses Pengelasan menggunakan Las Listrik.....	20
Gambar 3.2 Proses Pengeboran menggunakan Mesin Bor Tangan	21
Gambar 3.3 Bata Ringan dan Semen Mortar	21
Gambar 3.4 Thermokopel Type K.....	22
Gambar 3.5 Clam Meter	22
Gambar 3.6 Semen Mortar Bata Ringan.....	23
Gambar 3.7 Tahapan Penelitian	24
Gambar 3.8 Rancangan Desain Alat Destilasi	25
Gambar 3.9 Rancangan Penempatan Bata Ringan Alat Destilasi.....	26
Gambar 3.10 Rancangan Penempatan Pipa Heater Alat Destilasi.....	26
Gambar 3.11 Rangka Tungku Alat Destilasi.....	27
Gambar 3.12 Tungku Destilasi.....	28
Gambar 3.13 Pipa Pemanas (<i>Heater</i>).....	28
Gambar 3.14 Penyangga Sampah Kayu.....	29
Gambar 3.15 Pipa Kondensasi Alat Destilasi	30
Gambar 3.16 Bata Ringan Sisi Belakang dan Sisi Samping	30
Gambar 3.17 Bata Ringan Sisi Depan dan Sisi Pintu.....	31
Gambar 3.18 Bak Penampungan Air Laut.....	31
Gambar 3.19 Bak Penampungan Air Tawar.....	32
Gambar 3.20 Alas Roda Untuk Dudukan Bak Penampungan Air Laut.....	33
Gambar 3.21 Alas Roda Untuk Dudukan Tungku Alat Destilasi.....	33

Gambar 3.22 Desain Rangka Tungku Alat Destilasi.....	34
Gambar 3.23 Desain Pipa <i>Heater</i>	36
Gambar 3.24 Desain Bodi Tungku Bawah.....	37
Gambar 3.25 Desain Bodi Tungku Atas (Cerobong).....	38
Gambar 3.26 Proses Pemasangan Bata Ringan Pada Dinding Tungku.....	39
Gambar 3.27 Proses Flaring dan Pembengkokan Pipa Kondensasi.....	40
Gambar 3.28 Proses Pemotongan dan Spiral Pipa Kondensasi.....	40
Gambar 3.29 Proses <i>Extrude</i> Tungku Destilasi	43
Gambar 3.30 Desain Tungku Destilasi Tiga Dimensi.....	44
Gambar 3.31 Desain Penyangga Sampah Kayu.....	44
Gambar 3.32 Desain Bata Ringan Sisi Belakang dan Sisi Samping	45
Gambar 3.33 Desain Bata Ringan Sisi Bodi Depan dan Pintu.....	45
Gambar 3.34 Desain Sampah Kayu.....	46
Gambar 3.35 Desain Bodi Depan dan Tungku Destilasi.....	47
Gambar 3.36 Perakitan Penyangga Sampah Kayu dengan Tungku Destilasi.....	48
Gambar 3.37 Perakitan Bata Ringan dengan Tungku Destilasi.....	49
Gambar 3.38 Peletakan Sampah Kayu pada Penyangga.....	50
Gambar 3.39 Pemasangan Bodi Depan dan Pintu pada Tungku.....	50
Gambar 3.40 <i>General Setting Analisis Type</i>	52
Gambar 3.41 <i>General Setting Fluids</i>	52
Gambar 3.42 <i>General Setting Solids</i>	53
Gambar 3.43 <i>General Setting Wall Conditions</i>	54
Gambar 3.44 <i>General Setting Initial Conditions</i>	54
Gambar 3.45 Pemilihan Jenis Bahan Bata Ringan.....	55
Gambar 3.46 <i>Boundary Condition</i> Bata Ringan.....	56
Gambar 3.47 <i>Heat Sources</i> Sampah Kayu.....	56
Gambar 3.48 <i>Initial Conditions</i> Pada Tungku Destilasi.....	57
Gambar 3.49 <i>Goals Fluids</i>	58
Gambar 3.50 <i>Setting Initial Mesh</i>	58
Gambar 3.51 Hasil <i>Initial Mesh</i> Pada Model.....	59
Gambar 3.52 <i>Local Initial Mesh</i>	59
Gambar 3.53 <i>Calculation Control Option Physical Time</i>	60

Gambar 3.54 <i>Calculation Control Option Period</i>	61
Gambar 3.55 Clam Meter untuk Mengukur Temperatur Aliran Panas.....	62
Gambar 4.1 Temperatur Pembakaran Pada Level Tangki Air 70 Liter.....	64
Gambar 4.3 Hasil Destilasi Selama 60 Menit.....	65
Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengujian Temperatur Pada Bata Ringan Dengan Waktu 3600 detik.....	67
Gambar 4.2 Pembacaan Hasil Pengujian dengan Cut Plot pada Titik Depan dalam waktu 3600 detik.....	68
Gambar 4.3 Pembacaan Hasil Pengujian dengan Cut Plot pada Titik Samping dalam waktu 3600 detik.....	69
Gambar 4.4 Pembacaan Hasil Pengujian dengan Cut Plot pada Titik Atas dalam waktu 3600 detik.....	70
Gambar 4.5 Pembacaan Hasil Pengujian dengan Surface dalam waktu 3600 detik.....	71
Gambar 4.6 Pembacaan Hasil Pengujian Aliran Udara dalam waktu 3600 detik.....	72
Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian Temperatur Pada Bata Ringan Dengan Waktu 3600 Detik.....	73
Gambar 4.8 Grafik Hasil Pengujian Kecepatan Udara (Velocity) Pada Tungku Pembakaran Dalam Waktu 3600 Detik.....	75
Gambar 4.9 Grafik Hasil Pengujian Berat Jenis (Density) Pada Tungku Pembakaran Dalam Waktu 3600 Detik.....	76
Gambar 4.10 Perbandingan Nilai Laju Aliran Kalor Pada Bata Ringan.....	81
Gambar 4.11 Data Grafik Eksperimen Pembakaran Pada Tungku Desalinasi.....	82
Gambar 4.12 Pengujian Dilakukan Saat Siang Hari.....	83
Gambar 4.13 Permukaan dinding tungku mengalami perubahan warna akibat panas yang mengalir lebih besar.....	84

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Konduktifitas Thermal, Density dan Head Capacity Bata Ringan.....	15
Tabel 4.1 Nilai Hasil Pengujian Temperatur Udara (Fluid Temperature) Pada Tungku Pembakaran Dalam Waktu 3600 detik dengan Pengujian 600 detik.....	73
Tabel 4.2 Nilai Hasil Pengujian Kecepatan Angin (Velocity) Pada Tungku Pembakaran Dalam Waktu 3600 detik dengan pengujian 600 detik.....	74
Tabel 4.3 Nilai Hasil Pengujian Berat Jenis (Density) Pada Tungku Pembakaran Dalam Waktu 3600 detik dengan pengujian 600 detik.....	76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Foto Pengerjaan Tungku Alat Desalinasi dan Alat Ukur.....	88
Lampiran 2 Perhitungan Laju Aliran Kalor	94

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan Negara kepulauan yang sebagian besar daerahnya adalah perairan. Air merupakan sumber kehidupan makhluk hidup di bumi ini, sehingga makhluk hidup sangatlah bergantung dengan adanya sumber air. Karena air banyak digunakan untuk kehidupan sehari-hari seperti, minum, mencuci, mandi dll. Walaupun Negara Indonesia merupakan Negara kepulauan, namun tidak semua daerah di Indonesia telah mendapatkan air bersih yang cukup. Tidak jarang terdapat daerah yang mengalami krisis air tawar. Masalah ini dilatar belakangi oleh banyak faktor, mulai dari kurangnya infrastruktur yang tersedia, akses transportasi yang sulit 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 mengalami krisis air tawar ini adalah pulau pramuka yang berada di kepulauan seribu. Ironinya yang terjadi bukan hanya karena sulitnya mendapatkan air bersih, tetapi sedikitnya lahan untuk pembuangan sampah sehingga terjadi penumpukan sampah dan sampah kiriman yang terbawa ombak. Selama ini, untuk memperoleh air bersih tersebut masyarakat harus menampung air hujan atau membelinya dari luar pulau.

Hal tersebut menunjukkan bahwa daerah seperti pulau pramuka ini membutuhkan cara agar masyarakat dapat meningkatkan persediaan air tawar di daerah tersebut. Untuk memanfaatkan air laut agar layak dikonsumsi maka kita harus menghilangkan kadar garam yang terkandung dalam air laut tersebut. Metode yang dapat digunakan untuk menghilangkan kadar garam air laut salah satunya

adalah dengan metode desalinasi. Desalinasi berarti pemisahan air tawar dari air asin. Dalam pemisahan air tawar dari air asin, ada beberapa teknologi proses destilasi yang telah banyak dikenal antara lain yakni teknologi proses dengan membrane, proses pertukaran ion, proses destilasi atau penguapan, dll.²

Pada proses nya tungku alat desalinasi dibuat agar panas didalam tungku dapat dapat bekerja maksimal sehingga panas yang dihasilkan tetap stabil, untuk itu sangat diperlukan bahan isolator yang ditempatkan pada dinding tungku agar kehilangan panas yang terjadi tidak terlalu besar yang mana proses destilasi berpengaruh pada hasil destilasi.

Solusi yang ditawarkan untuk menanggulangi masalah diatas, penulis memiliki gagasan untuk menyelesaikan masalah tersebut yakni dengan melakukan **“Rancang Bangun alat Desalinasi Air Laut Menjadi Air Tawar Menggunakan Bahan Bakar Sampah Kayu Sebagai Sumber Energi”**. Dalam proses desalinasi, tungku pembakaran dirancang agar menghasilkan tungku yang dapat mempertahankan panas yang optimal agar dapat menghasilkan proses pembakaran yang sempurna.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah dikemukakan maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara merancang tungku destilasi air laur menjadi air tawar?
2. Adakah pengaruh penambahan bahan isolator pada tungku terhadap panas yang dihasilkan?

² Nusa Idaman Said, Pengolahan air payau menjadi air minum dengan teknologi *reverse osmosis*, 444

3. Komponen, alat dan bahan apa saja yang akan digunakan dalam rancang bangun tungku destilasi air laut menjadi air tawar?

1.3. Pembatasan Masalah

Dari luasnya masalah – masalah yang ada maka perlu adanya pembatasan agar mempermudah penelitian. Dalam penelitian ini, maka penulis membatasi masalah sebagai berikut :

1. Isolator yang digunakan adalah bata ringan.
2. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *software SolidWork 2015*.
3. Pengujian alat ini untuk mengetahui temperatur aliran panas yang melalui bata ringan dan pelat besi.
4. Pengujian dilakukan di Lab. Otomotif dengan suhu ruangan saat itu 36°C.

1.4. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dikemukakan yaitu bagaimana efisiensi pada dinding tungku pembakaran pada alat destilasi air laut menjadi air tawar dengan memanfaatkan sampah kayu sebagai sumber energi.

1.5. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui keadaan yang terjadi dalam tungku bahwa aliran udara terdistribusi dengan baik.
2. Mengetahui nilai temperatur yang dihasilkan oleh bata ringan pada pengujian simulasi dengan *software SolidWork*.
3. Mengetahui pengaruh yang terjadi pada berat jenis bata ringan saat proses simulasi.

4. Mengetahui laju aliran kalor yang terjadi pada tiap lapisan bata ringan yang melapisi dinding tungku alat destilasi.

1.6. Manfaat Penelitian

1. Untuk penghematan bahan bakar yang telah ada dengan cara melakukan konversi energi pada destilasi air laut menjadi air tawar,
2. Mengurangi biaya pembelian air tawar,
3. Untuk memanfaatkan sampah kayu yang terbuang,
4. Memanfaatkan air laut yang ada dilingkungan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Destilasi

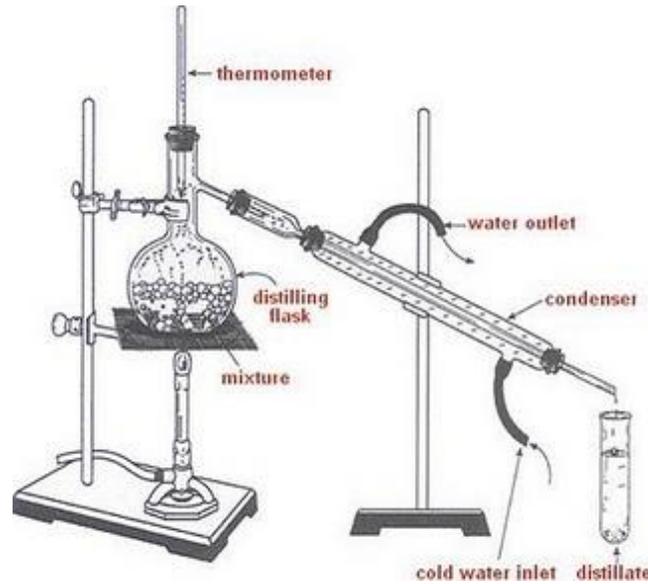
Destilasi adalah proses pemisahan campuran zat cair yang didasarkan pada perbedaan titik didih zat. Proses pemisahan campuran dengan cara destilasi dilakukan dengan dua proses, yaitu penguapan dan pengembunan³. Dalam penyulingan, campuran zat di didihkan sehingga menguap, dan uap ini kemudian di dinginkan kembali ke dalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap terlebih dahulu.

2.1.1. 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-masing⁴.

³ Sugiarto, Teguh & Eni Ismawati. (2008). Ilmu Pengetahuan Alam. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, hal.134

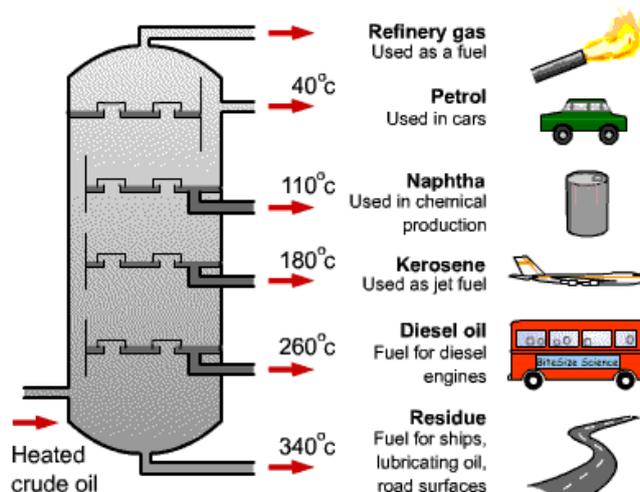
⁴ Rahayu, Nuhayati, S.Pd & Jodhi Pramuji Giriarmo, S.Si (2011). Kamus Kimia SMA. Jakarta: Gagas Media, hal.167



Gambar 2.1. Destilasi Sederhana
Sumber : kimiamagic.blogspot.com

2.1.2. Destilasi Fraksinasi (Bertingkat)

Pada metode destilasi fraksinasi, larutan dipanaskan sehingga cairan yang mempunyai titik didih paling rendah (cairan pertama) akan menguap dan mendidih. Cairan ini selanjutnya melewati kolom fraksinasi, kemudian didinginkan oleh pendingin air. Cairan yang mempunyai titik didih di atasnya (cairan kedua) terkadang ikut menguap, tetapi tertahan di kolom fraksinasi karena belum mendidih. Karena tertahan, maka cairan kedua ini akan kembali ke labu alas bulat. Kolom fraksinasi berfungsi mencegah cairan kedua untuk melewati pendingin, sebelum semua uap cairan pertama habis melewati pendingin

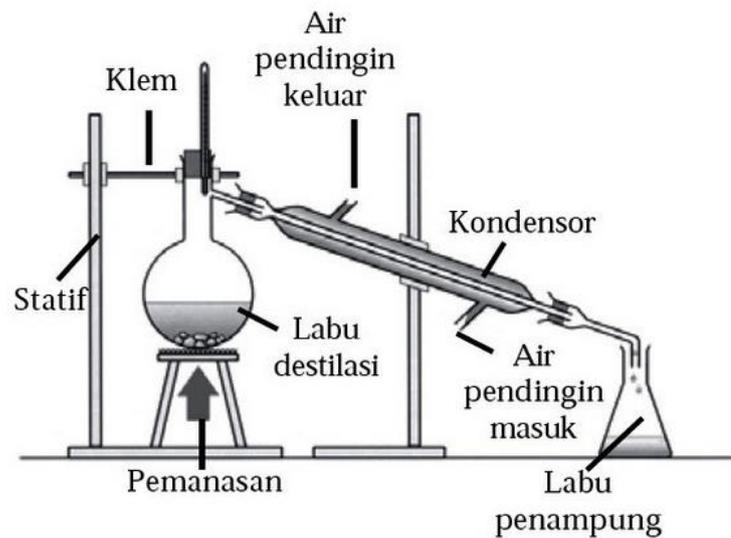


Gambar 2.2. Destilasi Fraksinasi
Sumber : irma-teknikkimia.blogspot.co.id

2.1.3. Destilasi Uap

Distilasi uap digunakan pada campuran senyawa-senyawa yang titik didih mencapai 200 °C / lebih. Distilasi uap meraih menguapkan senyawa-senyawa ini dengan suhu mendekati 100 °C dalam tekanan atmosfer dengan menggunakan uap atau air mendidih. Sifat yang primary dari distilasi uap merupakan dapat mendistilasi campuran senyawa di bawah titik didih dari masing-masing senyawa campurannya. Selain itu distilasi uap dapat digunakan untuk campuran yang tidak larut di air di semua temperatur, tapi dapat didistilasi dengan air.⁶

⁶ <http://www.dosenpendidikan.com/pengertian-dan-macam-jenis-serta-efektifitas-distilasi-dalam-ilmu-pendidikan-ipa/>, diakses pada 15.09, 18 mei 2017

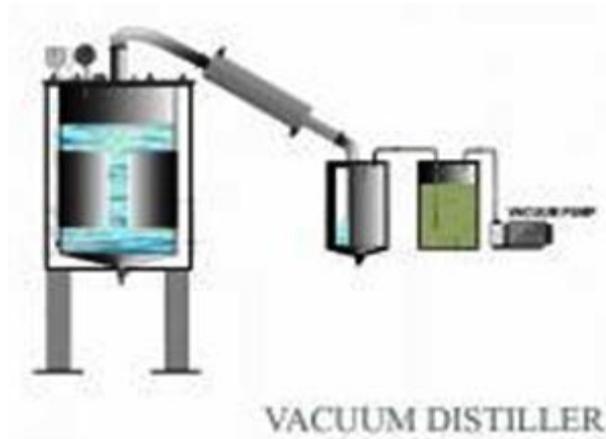


Gambar 2.3. Destilasi Uap
Sumber : basic concept of chemistry, 2002

2.1.4. Destilasi Vakum

Distilasi vakum biasanya digunakan kalau senyawa yang ingin didistilasi tidak stabil, dengan pengertian dapat terdekomposisi sebelum ataupun mendekati titik didihnya ataupun campuran yang memiliki titik didih di atas $150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Metode distilasi indonesia tidak dapat digunakan di pelarut dengan titik didih yang rendah jika kondensornya menggunakan air dingin, sebab komponen yang menguap gak dapat dikondensasi oleh air. Untuk mengurangi tekanan dipakai pompa vakum atau aspirator. Aspirator berfungsi sebagai penurun tekanan pada sistem distilasi ini.⁷

⁷ <http://www.dosenpendidikan.com/pengertian-dan-macam-jenis-serta-efektifitas-distilasi-dalam-ilmu-pendidikan-ipa/>, diakses pada 15.25, 18 mei 2017



Gambar 2.4. Destilasi Vakum
Sumber : theprinces9208.wordpress.com

2.2. Konduksi

Jika pada suatu benda terdapat gradien suhu (*temperatur gradient*), maka akan terjadi perpindahan energi dari bagian bersuhu tinggi ke bagian bersuhu rendah⁸. Pada konduksi ini perpindahan kalor yang terjadi akibat kontak langsung antara molekul-molekul dalam medium atau zat tersebut tanpa adanya perpindahan molekul yang cukup besar. Untuk kebanyakan zat, perpindahan kalor secara konduksi dengan mudah dapat dijelaskan dengan menggunakan teori partikel zat.

Konduksi kalor dapat dipandang sebagai akibat perpindahan kinetik dari suatu partikel ke partikel lain melalui tumbukan. Akibatnya partikel-partikel tetangganya bergetar dengan energi kinetik yang besar pula. Selanjutnya partikel-partikel ini memindahkan lagi energi kinetiknya ke tetangga berikutnya, demikian seterusnya. Secara keseluruhan tidak ada perpindahan partikel di zat tersebut. Ada zat yang mudah sekali menghantarkan atau merambatkan kalor, misalnya besi, baja, perak, dan bahan logam lainnya. Benda-benda yang mudah menghantarkan panas ini disebut dengan *konduktor*. Sebaliknya ada zat yang sulit merambatkan atau

⁸ J.P. HOLMAN, Perpindahan Kalor, (Jakarta : Erlangga, 1991), hal.2

menghantarkan kalor ini yang disebut dengan isolator. Kecepatan aliran kalor tergantung pada :

1. Perbedaan suhu antara ujung-ujung penghantar
2. Luas penampang lintang penghantar
3. Jarak ekdua ujung yang berbeda suhunya
4. Jenis bahan penghantar

Untuk perpindahan kalor konduksi ini dikemukakan oleh ilmuan Prancis, *I.B.I. Fourier*, sebuah hubungan laju perpindahan panas konduksi q_k dalam suatu bahan dinyatakan dengan :

$$Q_k = -k \cdot A \cdot \frac{\Delta t}{\Delta x} \dots \dots \dots (1)^9$$

dimana :

Q_k = Laju perpindahan kalor konduksi (Watt)

A = Luas penampang (m^2)

K = Konduktivitas ($W/m^\circ C$)

$\Delta t/\Delta x$ = Gradient temperatur terhadap jarak ($^\circ C/m$)

Nilai konduktivitas termal merupakan sifat fisik suatu bahan atau zat yang sangat penting dalam pemilihan untuk suatu aplikasi prosess perpindahan kalor. Nilai konduktivitas termal yang tinggi menunjukkan laju perpindahan energi yang besar dan bahan yang mempunyai konduktifitas termal yang tinggi disebut konduktor sedangkan yang mempunyai harga konduktivias yang rendah disebut isolator.

2.3. Konveksi

Konveksi merupakan perpindahan panas yang dihubungkan dengan pergerakan fluida. jika fluida bergerak karena adanya gaya gerak dari luar maka

⁹ Ibid, hal.2

disebut konveksi paksa, sedangkan jika pergerakan fluida terjadi karena perbedaan massa jenis yang disebabkan oleh perbedaan suhu disebut konveksi alami.

Persamaan guna menyatakan konveksi secara menyeluruh adalah :

$$Q = hA \Delta T \dots\dots\dots(2)^{10}$$

Dimana :

Q = laju perpindahan panas (W)

h = koefisien perpindahan panas konveksi (W/°C.m²)

A = luas penampang (m²)

ΔT = perbedaan suhu pelat (°C)

2.4. Tungku

Tungku adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk melelehkan logam untuk pembuatan bagian mesin (*casting*) atau untuk memanaskan bahan serta mengubah bentuknya (misalnya *rolling*/penggulungan, penempaaan) atau merubah sifat-sifatnya (perlakuan panas). Karena gas buang dari bahan bakar berkontak langsung dengan bahan baku, maka jenis bahan bakar yang dipilih menjadi sangat penting. Sebagai contoh, beberapa bahan bakar tidak akan mentolerir sulfur dalam bahan bakar. Bahan bakar padat akan menghasilkan bahan partikulat yang akan mengganggu bahan baku yang ditempatkan di dalam tungku. Untuk alasan ini :

1. Hampir seluruh tungku menggunakan bahan bakar cair, bahan bakar gas atau listrik sebagai masukan energinya.
2. Tungku induksi dan busur/arc menggunakan listrik untuk melelehkan baja dan besi tuang.

¹⁰ Ibid, hal.11

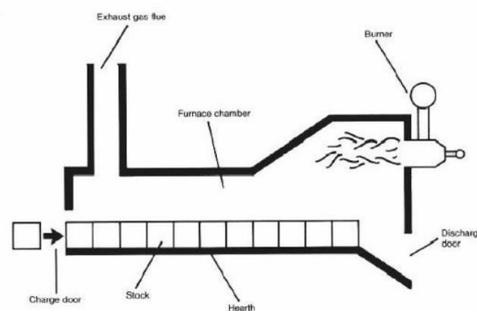
3. Tungku pelelehan untuk bahan baku bukan besi menggunakan bahan bakar minyak.
4. Tungku yang dibakar dengan minyak bakar hampir seluruhnya menggunakan minyak tungku, terutama untuk pemanasan kembali dan perlakuan panas bahan.
5. Minyak diesel ringan (LDO) digunakan dalam tungku bila tidak dikehendaki adanya sulfur.

Idealnya tungku harus memanaskan bahan sebanyak mungkin sampai mencapai suhu yang seragam dengan bahan bakar dan butuh sesedikit mungkin. Kunci dari operasi tungku yang efisien terletak pada pembakaran bahan bakar yang sempurna dengan udara berlebih minim. Tungku beroperasi dengan efisiensi yang relatif rendah (serendah 7 persen) dibandingkan dengan peralatan pembakaran lainnya seperti boiler (dengan efisiensi lebih dari 90 persen). Hal ini disebabkan oleh suhu operasi yang tinggi dalam tungku. Sebagai contoh, sebuah tungku yang memanaskan bahan sampai suhu 1200°C akan mengemisikan gas buang pada suhu 1200°C atau lebih yang mengakibatkan kehilangan panas yang cukup signifikan melalui cerobong.

Seluruh tungku memiliki komponen-komponen seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.1 (Casbon Trust, 1993):

1. Ruang refraktori dibangun dari bahan isolasi untuk menahan panas pada suhu operasi yang tinggi.
2. Perapian untuk menyangga atau membawa baja, yang terdiri dari bahan refraktori yang didukung oleh sebuah bangunan baja, sebagian darinya didinginkan oleh air.

3. *Burners* yang menggunakan bahan bakar cair atau gas digunakan untuk menaikkan dan menjaga suhu dalam ruangan. Batubara atau litrik dapat digunakan dalam pemanasan ulang/*reheating* tungku.
4. Cerobong digunakan untuk membuang gas buang pembakaran dari ruangan.
5. Pintu pengisian dan pengeluaran digunakan untuk pemuatan dan pengeluaran muatan. Peralatan bongkar muat termasuk *roller tables*, *conveyor*, mesin pemuat dan pendorong tungku.¹¹



Gambar 2.5. Komponen-komponen Tungku (The Carbon Trust,1993)
Sumber : www.rider-system.net

2.5. Cerobong¹²

Cerobong digunakan untuk mengalirkan gas asap keluar dari ketel dengan kecepatan tertentu, dan digunakan untuk mengatasi geseran geseran yang terjadi terhadap aliran gas uap, mulai dari rangka bakar atau pembakar (burner), hingga keluar dari cerobong. Dengan kata lain: untuk menimbulkan isapan cerobong atau *stack draught*. Disamping itu, digunakan untuk membuang gas asap setinggi mungkin sehingga tidak mengganggu lingkungan sekitarnya. Timbulnya isapan cerobong disebabkan karena perbedaan berat jenis, antara berat jenis udara dengan berat jenis gas asap.

¹¹ Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri, UNEP, 2006, hal.1-2

¹² Ir.M.J Djokosetyardjo, Ketel Uap,(Jakarta PT Pradnya Paramitha), 2003, hal.339

2.6. Ventilator¹³

Bila isapan cerobong hanya didasarkan kepada isapan cerobong alamiah saja, maka cerobong harus dibuat tinggi. Lagi pula pada saat mulai menyalakan api didalam tungku atau *initial firing*, akan didapat kesukaran, yaitu sepanjang saluran gas asap tempraturnya masih rendah pada saat itu, sehingga perbedaan berat jenis udara luar dengan berat jenis gas asap belum begitu besar, atau bahkan praktis belum ada perbedaan berat jenis, sehingga isapan cerobong juga masih rendah, hampir-hampir nol, yang demikian menyebabkan proses *initital firing* menjadi sangat lambat.

Untuk memperbesar harga lapisan cerobong efektif H_e maka digunakan ventilator – ventilator atau fan, untuk menciptakan isapan cerobong paksa, sehingga harga isapan cerobong teoretis $H_{teoretis}$ dapat diperbesar.

2.7. Bata Ringan (hebel)

Bata ringan adalah batu bata yang memiliki berat jenis lebih ringan daripada bata pada umumnya. bata ringan didasarkan dengan menambahkan gelembung udara ke dalam mortar akan mengurangi berat beton yang dihasilkan secara drastis dimana gelembung udara yang ada disebabkan oleh reaksi kimia. Komposisi umumnya dari bata ringan terdiri dari pasir kwarsa, semen, kapur, gypsum, air, dan alumunium pasta sebagai bahan pengembang atau pengisi udara.

¹³ Ibid, hal.342

No.	Bata Ringan (hebel)	
1	Thermal Conductivity dalam W/mK	0.5 W/mK
2	Density dalam kg/m ³	1000 kg/m ³
3	Heat Capacity dalam J/kgK	1000 J/kgK

Tabel 1. Konduktifitas thermal, *density* dan *head capacity* bata ringan¹⁴

2.8. *Software SolidWork.*

Software SolidWork adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mendesain. Perangkat lunak ini merupakan alat bantu teknis yang mudah di pelajari dan memungkinkan seseorang desainer belajar cepat dengan berbagai fitur serta dimensi, membuat model dan gambar detail. Untuk menganalisis kondisi suatu model dan menampilkan hasil analisa dari model tersebut. *SolidWork* memungkinkan perancang untuk lebih mudah memeriksa desain yang telah dibuat dan mencari suatu solusi yang di inginkan.

2.9. **Pengelasan**

Pengelasan adalah penyambungan logam dengan cara memanasi logam sampai mencair, dimana pada benda kerja yang mencair atau meleleh akan menyatu dengan bantuan bahan tambahan sehingga terbentuklah suatu sambungan, melelehnya benda kerja dan bahan tambahan disebabkan oleh panas yang datang dari busur listrik, busur listrik ini terjadi pada waktu adanya perpindahan arus listrik dari batang elektroda ke benda kerja lewat udara. Busur listrik ini menyala dalam garis lintang udara yang menyalurkan arus listrik, oleh karena ada tahanan listrik yang tinggi pada waktu perpindahan arus dari ujung elektroda ke benda kerja, maka pada busur listrik dicapai suhu sampai 6000 derajat celcius. Oleh karena itu

¹⁴ Nur Laela Latifah, ST. MT. Fisika Bangunan 1, Jakarta : Griya Kreasi (Penebar Swadaya Grup), 2015, Hal.69-72

pemanasan ini bersifat setempat maka bagian benda kerja dan ujung elektroda yang saling berdekatan akan mencair.



Gambar 2.6. Proses pengelasan menggunakan las listrik

2.10. Termokopel

Termokopel adalah sensor suhu yang banyak digunakan untuk mengetahui perbedaan suhu dalam benda menjadi perubahan temperatur. 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 dari 1°C .¹⁵

Jenis-jenis termokopel :

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

¹⁵ <http://erikasmanusu.blogspot.co.id/2013/10/pengertian-termokopel.html>, diakses pada 15.20, 16 Juli 2017

Termokopel untuk tujuan umum lebih murah dan tersedia untuk rentang suhu -200°C hingga $+200^{\circ}\text{C}$.

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

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

3. Tipe J (Iron / Constantan)

Rentangya terbatas (-40 hingga $+750^{\circ}\text{C}$) membuat kurang populer dibanding tipe K. Tipe J memiliki sensitifitas 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 diatas 1200°C . Sensitifitasnya sekitar $39 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ pada 900°C , sedikit di bawah tipe K. Tipe N merupakan perbaikan tipe K.

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

Cocok untuk 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. Tipe R (Platinum / Platinum with 7% Rhodium)

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

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

Digunakan untuk mengukur suhu diatas 1600°C . Sensifitas 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

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian rancang bangun alat desalinasi air laut menjadi air tawar dilaksanakan di Laboratorium Otomotif, Gedung M, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Tempat ini dipilih dengan pertimbangan bahwa sarana dan prasarana dalam kegiatan rancang bangun ini. Adapun waktu penelitian mulai bulan Januari 2017 sampai dengan Agustus 2017.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Dalam pengujian dan analisis alat destilasi ini menggunakan alat dan bahan yang mendukung dalam pengujian dan analisis antara lain:

3.2.1. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang peneliti gunakan antara lain :

- a. *Solid Work 2015*
- b. *Autodesk Auto Cad 2007*
- c. *Microsoft Word 2007*

3.2.2. Alat dan Bahan 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. Mesin las listrik dan perlengkapannya

Mesin las listrik digunakan untuk penyambungan material besi alam proses pembuatan alat destilasi.



Gambar 3.1. Proses Pengelasan Menggunakan Las Listrik

b. Mesin Bor Tangan

Mesin bor tangan digunakan untuk melubangi guna membuat tahanan pada bata ringan.



Gambar 3.2. Proses Pengeboran Menggunakan Mesin Bor Tangan

c. Bata ringan

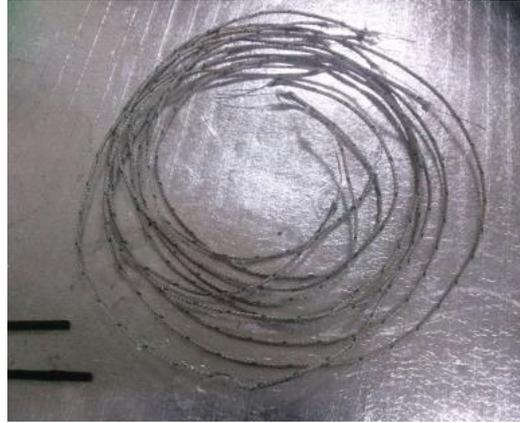
Bata ringan digunakan sebagai bahan isolator pada alat destilasi air laut, yang ditempatkan pada sisi bagian dalam dinding-dinding alat destilasi.



Gambar 3.3. Bata Ringan dan Semen Mortar

d. Thermokopel tipe K

Thermokopel tipe K digunakan sebagai sensor pembaca temperatur.



Gambar 3.4. Thermokopel Type K

e. Clam Meter

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



Gambar 3.5. Clam Meter

f. Semen Mortar

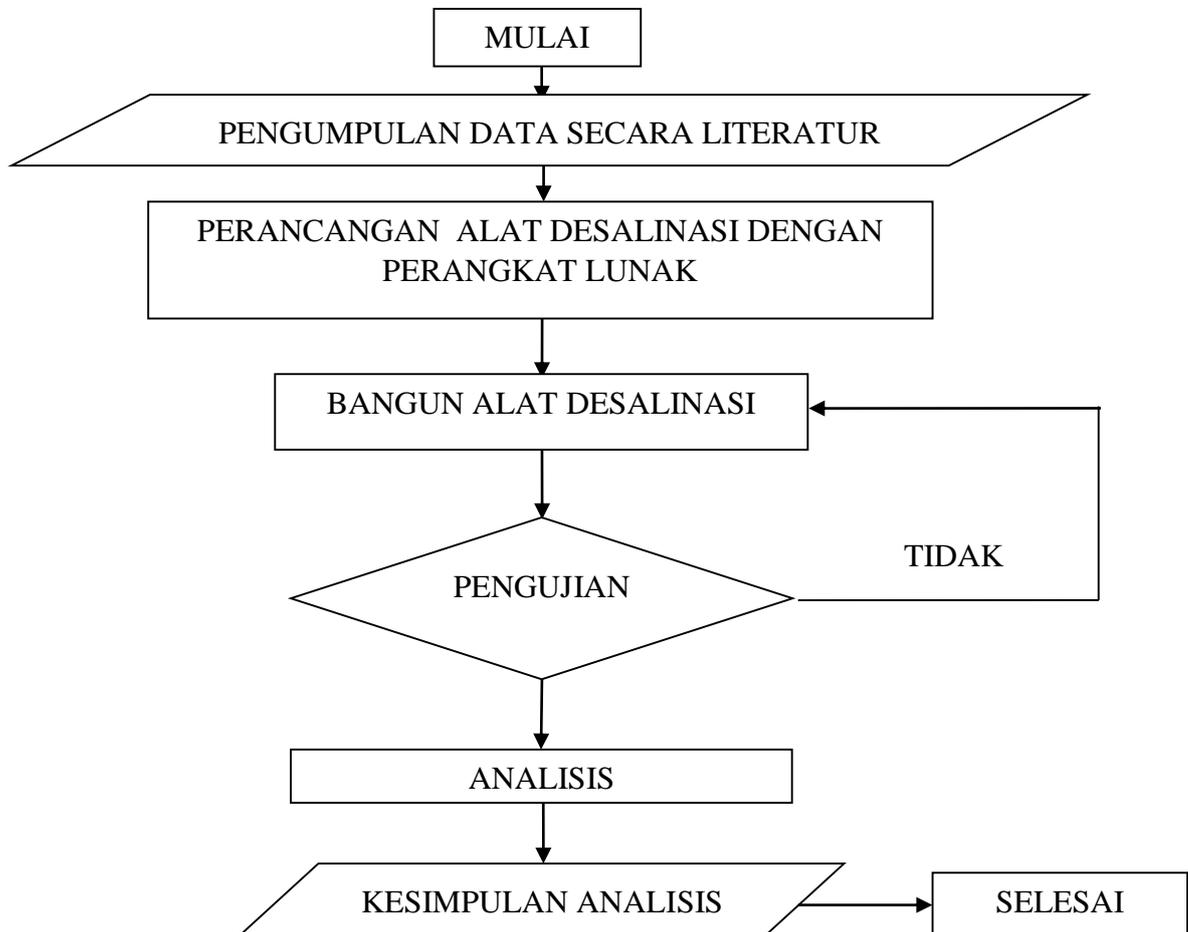
Digunakan sebagai perekat antara hebel yang akan melapisi dinding-dinding bagian dalam alat destilasi.



Gambar 3.6. Semen Mortar Bata Ringan

3.3. Diagram Alir Penelitian

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



Gambar 3.7. Tahapan Penelitian

Yang akan dilaksanakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

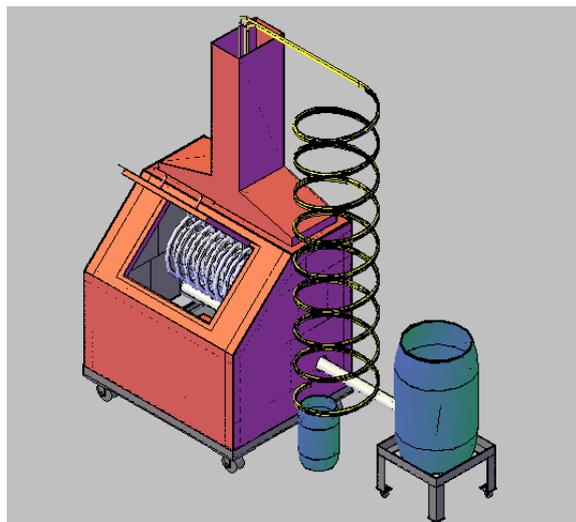
1. Pengumpulan data dan studi literatur. Pengumpulan data spesifik alat simulasi.
2. Perancangan alat desalinasi dengan menggunakan perangkat lunak
3. Bangun alat destilasi / pengerjaan perubahan alat destilasi air laut
4. Pengujian alat desalinasi
5. Analisis.

3.4. Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data Secara Literatur

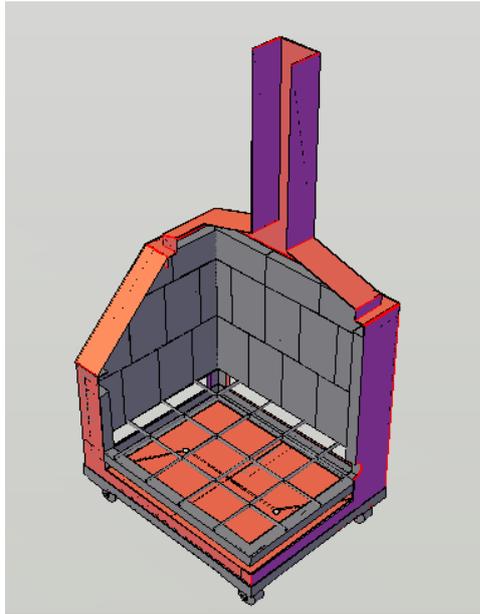
Pada proses ini peneliti mengumpulkan data mengenai landasan teori apa saja yang dibutuhkan untuk menjalankan penelitian ini kepada dosen pembimbing, buku-buku pustaka, dan jurnal. Peneliti juga mencari tempat dimana penelitian ini dapat dilakukan.

3.5. Rancangan Desain Alat Destilasi

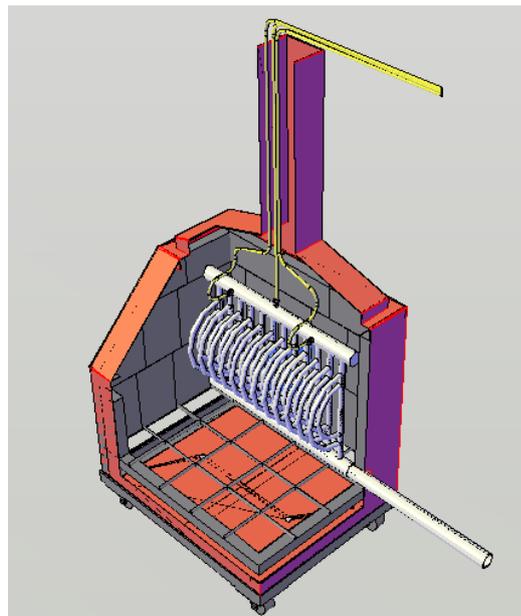
Perancangan dengan menggunakan perangkat lunak yang diawali dengan pembuatan desain alat destilasi air laut. Proses pembuatan bagian alat terdiri dari rangka, pipa heater, bodi (*casing*), alas roda tumpuan tungku, bata ringan, pipa kondensasi, alas roda tumpuan penampungan air laut.



Gambar 3.8. Rancangan Desain Alat Destilasi



Gambar 3.9. Rancangan Penempatan Bata Ringan Alat Destilasi



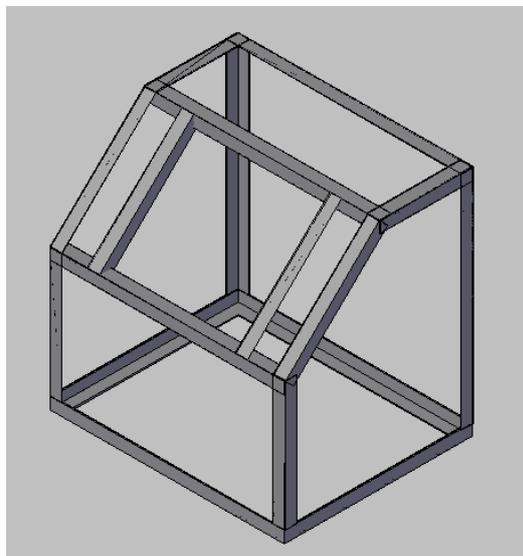
Gambar 3.10. Rancangan Penempatan Pipa Heater Alat Destilasi

3.6. Prinsip Kerja Alat Destilasi

Proses kerja alat destilasi ini mulanya air laut dimasukkan ke dalam tangki penampungan lalu air tersebut mengalir ke dalam pipa penyaluran menuju ke pipa *heater* (pemanas). Pada tahap ini air laut dipanasi oleh pembakaran sampah kayu yang berada pada sisi bawah heater pada suhu 300°C - 400°C . Selanjutnya, sebagian dari air tersebut mulai menguap melewati pipa kondensasi. Lalu uap yang melewati pipa kondensasi tersebut mendapatkan pendinginan dari suhu ruangan atau lingkungan dan berkondensasi menjadi air tawar.

3.7. Komponen - Komponen Serta Fungsi Alat Tungku Destilasi

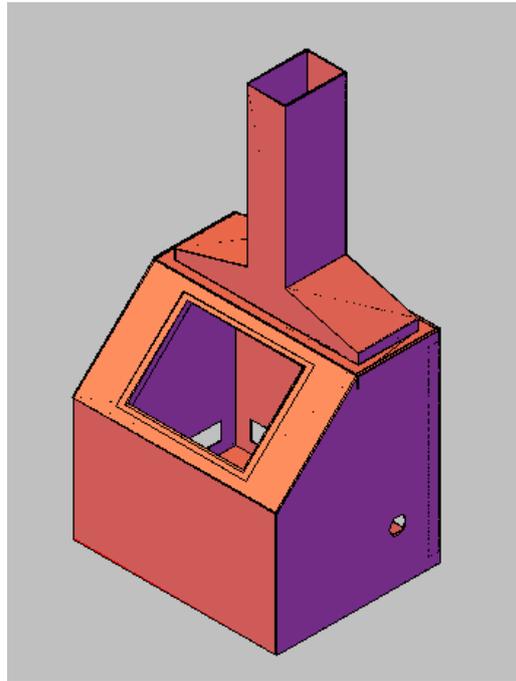
3.7.1. Rangka Tungku Alat Destilasi



Gambar 3.11. Rangka Tungku Alat Destilasi

Gambar 3.11 merupakan desain rangka tungku alat destilasi dengan fungsi sebagai kerangka untuk pembuatan tungku destilasi.

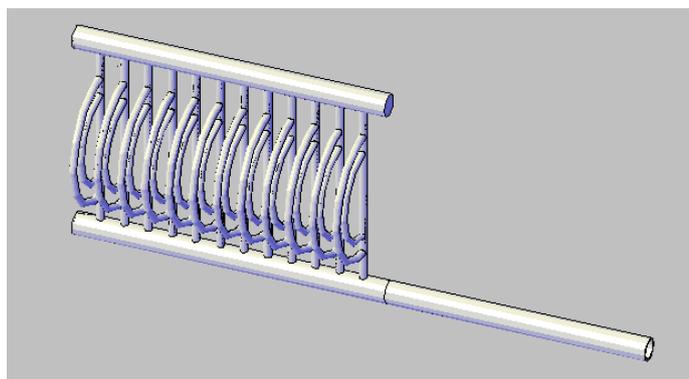
3.7.2. Tungku Alat Destilasi



Gambar 3.12. Tungku Destilasi

Gambar 3.12. merupakan desain tungku alat destilasi dengan ukuran 1000 mm x 1000 mm x 2000 mm. Dengan fungsi sebagai tempat pembakaran atau pemanasan alat tungku destilasi.

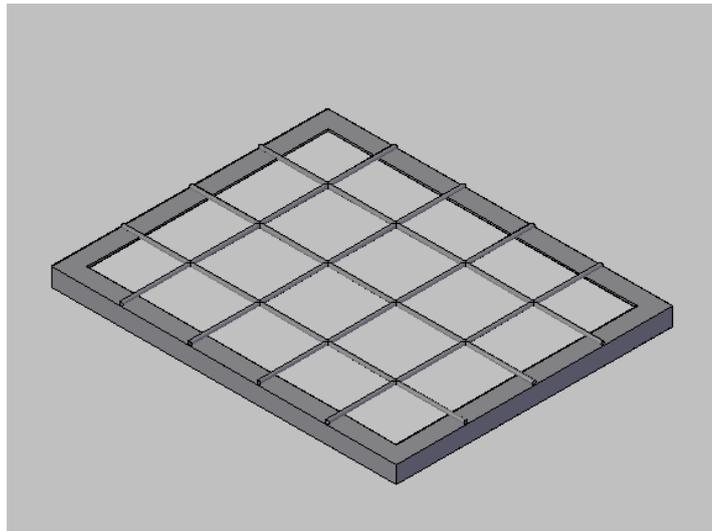
3.7.3. Pipa Heater



Gambar 3.13. Pipa Pemanas (*Heater*)

Gambar 3.13. merupakan desain pipa pemanas (*heater*) pada alat tungku destilasi yang berfungsi sebagai penyalur serta tempat penampungan air yang akan di destilasi.

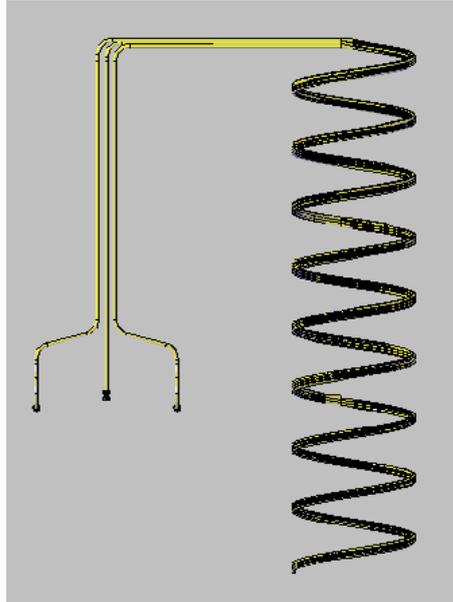
3.7.4. Penyangga Sampah Kayu Pada Tungku Alat Destilasi



Gambar 3.14. Penyangga Sampah Kayu

Gambar 3.14. merupakan desain penyangga sampah kayu pada tungku alat destilasi yang berfungsi sebagai tempat penyangga sampah kayu yang dijadikan sebagai bahan bakar pada alat tungku destilasi.

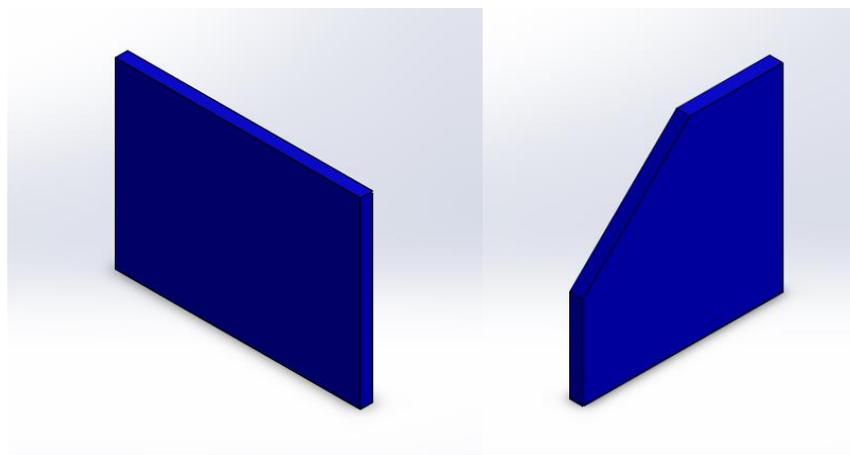
3.7.5. Pipa Kondensasi



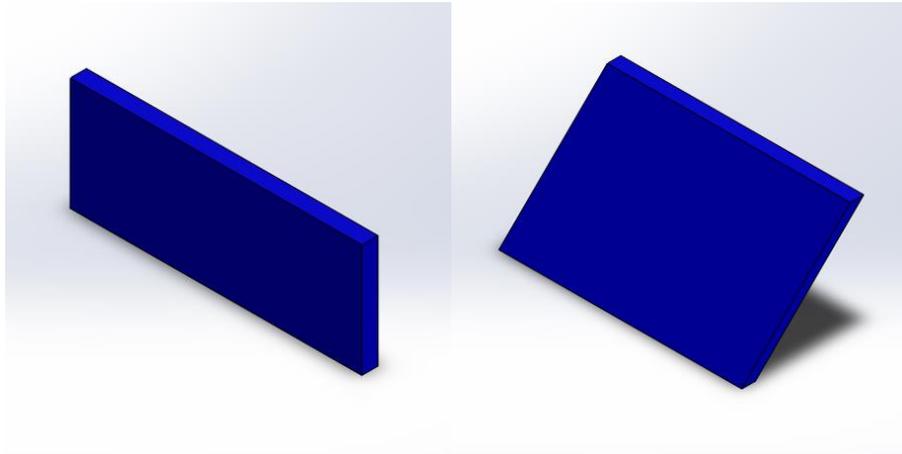
Gambar 3.15. Pipa Kondensasi Alat Destilasi

Gambar 3.15. menunjukkan desain pipa kondensasi alat destilasi pada tungku alat destilasi yang di tempatkan pada sambungan pipa *heater* (pemanas). Dengan ukuran panjang 7 meter berdasarkan perhitungan laju kondensasi. Dengan fungsi sebagai tempat uap air yang akan dikondensasikan.

3.7.6. Isolator Bata Ringan



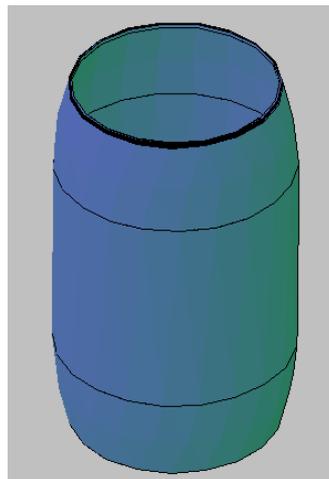
Gambar 3.16. Bata Ringan Sisi Belakang dan Sisi Samping



Gambar 3.17. Bata Ringan Sisi Depan dan Sisi Pintu

Gambar 3.16 dan 3.17 merupakan desain bata ringan yang digunakan sebagai bahan isolator pada alat tungku destilasi dengan ukuran yang disesuaikan dengan ukuran dinding tungku alat destilasi. Dengan fungsi bata ringan sebagai bahan isolator agar panas di dalam tungku tetap terjaga.

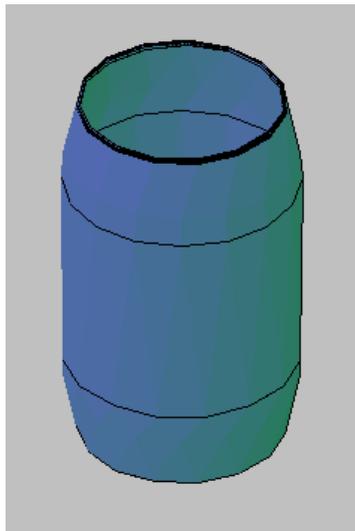
3.7.7. Bak Penampungan Air Laut



Gambar 3.18. Bak Penampungan Air Laut

Gambar 3.18. menunjukkan tempat penampungan air laut yang akan di destilasikan pada alat tungku destilasi yang disambungkan pada pipa *heater*, selanjutnya air laut yang menempati bak penampungan ini akan mengalir melalui pipa *heater* yang akan di destilasi.

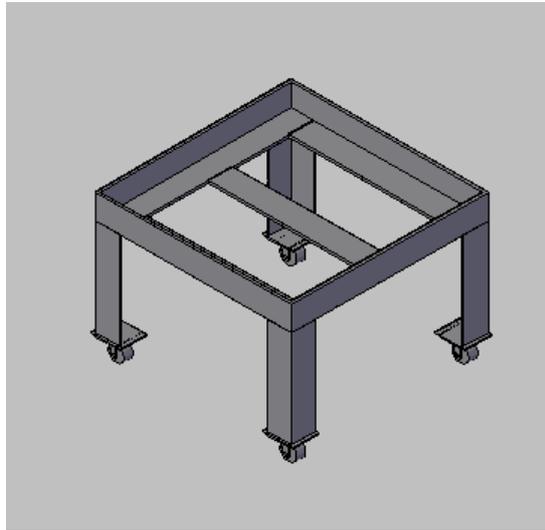
3.7.8. Bak Penampungan Air Tawar



Gambar 3.19. Bak Penampungan Air Tawar

Gambar 3.19. menunjukkan tempat penampungan air hasil kondensasi. Uap air yang dikondensasikan dari pipa kondensasi selanjutnya akan di tampung pada bak penampungan air tawar hasil kondensasi ini.

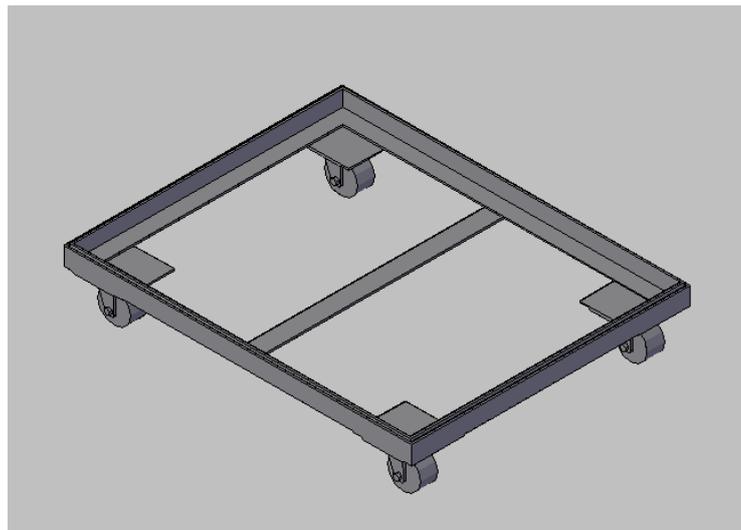
3.7.9. Alas Roda Untuk Dudukan Bak Penampungan Air Laut



Gambar 3.20. Alas Roda Untuk Dudukan Bak Penampungan Air Laut

Gambar 3.20. menunjukkan tempat dudukan pada bak penampungan air laut, dengan ukuran 450 mm x 450 mm 300 mm. Dengan fungsi sebagai dudukan untuk bak penampungan ait laut.

3.7.10. Alas Roda Untuk Dudukan Tungku Alat Destilasi



Gambar 3.21. Alas Roda Untuk Dudukan Tungku Alat Destilasi

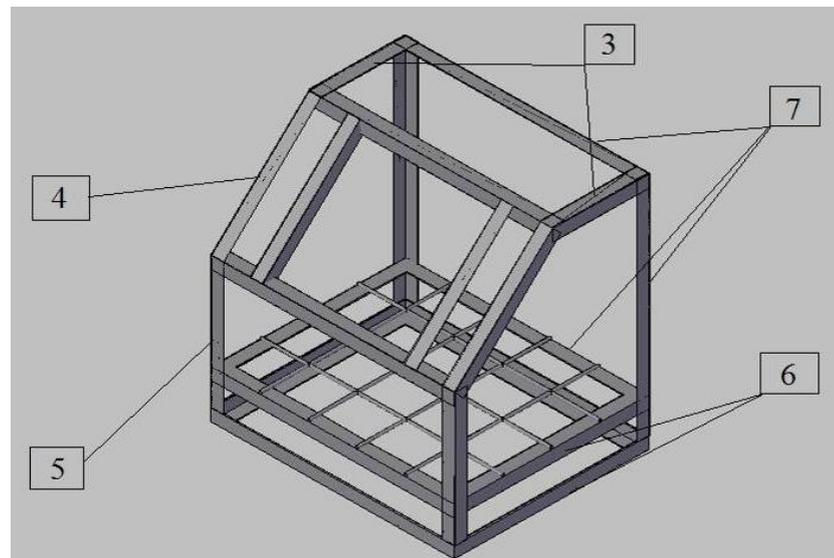
Gambar 3.21. menunjukkan tempat duduk pada tungku alat destilasi, dengan ukuran 1020 mm x 820 mm x 20 mm. Dengan fungsi sebagai duduk untuk tungku alat destilasi.

3.8. Pengerjaan Pembuatan Alat Destilasi Air Laut

Setelah melakukan perencanaan dan perhitungan dengan menggunakan persamaan yang tepat, maka langkah selanjutnya adalah melakukan bangun alat destilasi dengan proses pembuatan bagian alat terdiri dari rangka, pipa heater, bodi (*casing*), alas roda tumpuan tungku, bata ringan, pipa kondensasi, alas roda tumpuan penampungan air laut

3.8.1. Rangka Tungku Alat Destilasi

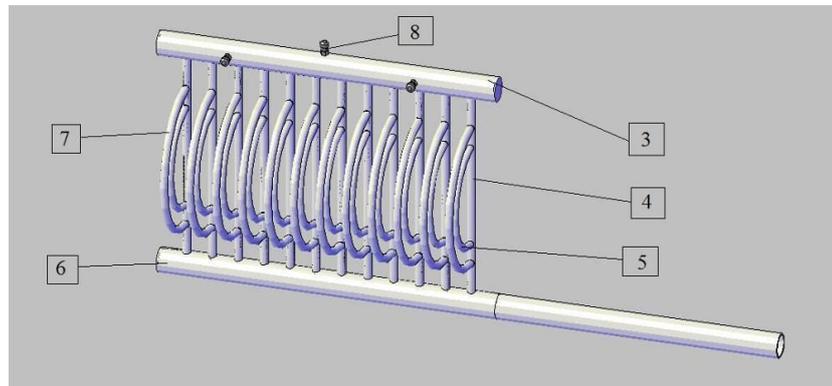
Tahap ini merupakan tahapan selanjutnya dalam proses pembuatan tungku desalinasi. Adapun tahap pembuatannya sebagai berikut :



Gambar 3.22. Desain Rangka Tungku Alat Destilasi

No	Uraian	Keterangan
1	Memahami gambar kerja (<i>job sheet</i>)	
2	Membuat penandaan (pemberian tanda) pada pelat siku ukuran 50 x 50 x 6000 mm	Ukuran pelat siku 50x 50x6000mm, tebal 2mm
3	Memotong pelat siku dengan ukuran panjang 400 mm	2 pcs
4	Memotong pelat siku dengan ukuran panjang 570 mm	4 pcs
5	Memotong pelat siku dengan ukuran panjang 600 mm	2 pcs
6	Memotong pelat siku dengan ukuran panjang 800 mm	4 pcs
7	Memotong pelat siku dengan ukuran panjang 1000 mm	9 pcs
8	Melakukan pengelasan titik pada sambungan pelat siku, setelah itu gunakan pengukur sudut dengan penggaris siku agar tidak melenceng terlalu jauh.	-
9	Melakukan pengelasan penuh pada sambungan pelat siku yang sebelumnya dilakukan pengelasan titik.	-

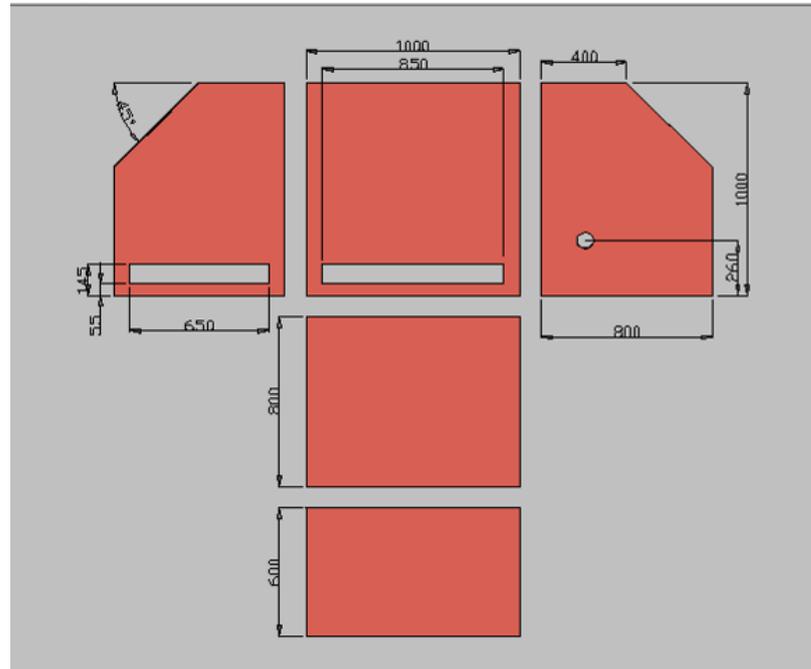
3.8.2. Pipa Heater



Gambar 3.23. Desain Pipa Heater

No	Uraian	Keterangan
1	Memahami gambar kerja (<i>job sheet</i>)	-
2	Membuat penandaan (pemberian tanda) pada pipa <i>stainless steel</i>	-
3	Memotong pipa <i>stainless steel</i> Ø60 dengan panjang 850 mm	1 pcs
4	Memotong pipa <i>stainless steel</i> Ø20 dengan panjang 515 mm	12 pcs
5	Memotong pipa <i>stainless steel</i> Ø20 dengan panjang 400	12 pcs
6	Memotong pipa <i>stainless steel</i> Ø60 dengan panjang 1300 mm	1 pcs
7	Memotong pipa <i>stainless steel</i> Ø20 dengan panjang 600	12 pcs
8	Membuat lubang Ø13 pada pipa <i>stainless steel</i> bagian atas lalu tempelkan mur 13 lalu las penuh permukaan antara mur dengan pipa <i>stainless steel</i> .	-
9	Melakukan pengelasan penuh pada sambungan <i>stainless steel</i> antara pipa-pipa <i>stainless steel</i> .	-

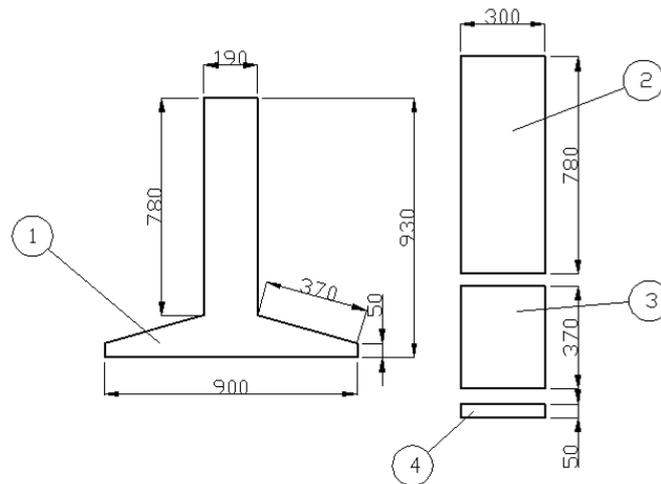
3.8.3. Bodi Tungku Bawah



Gambar 3.24. Desain Bodi Tungku Bawah

No	Uraian	Keterangan
1	Memahami gambar kerja (<i>job sheet</i>)	-
2	Membuat penandaan (pemberian tanda) pada pelat	-
3	Memotong pelat ukuran 800 x 1000 mm, setelah itu pada sudut atas pelat dipotong diagonal dengan sudut 45°. Pelat yang pertama dilubangi Ø65 untuk profil jalur pipa <i>heater</i> . Dan pelat kedua dibuat lubang persegi panjang dengan ukuran 650 x 55 mm	2 pcs
4	Memotong pelat ukuran 1000 x 1000 mm, lalu pada permukaan bawah di buatkan lubang persegi panjang ukuran 850 x 55 mm	1 pcs
5	Memotong pelat ukuran 1000 x 800 mm	1 pcs
6	Memotong pelat ukuran 1000 x 600 mm	1 pcs

3.8.4. Bodi Tungku Atas (Cerobong)



Gambar 3.25. Desain Bodi Tungku Atas (Cerobong)

No	Uraian	Keterangan
1	Memahami gambar kerja (<i>job sheet</i>)	-
2	Membuat penandaan (pemberian tanda) pada pelat	-
3	Memotong pelat ukuran 900 x 930 mm, lalu di buat bentuk seperti pada jobsheet.	2 pcs
4	Memotong pelat ukuran 300 x 780 mm	2 pcs
5	Memotong pelat ukuran 300 x 370 mm	2 pcs
6	Memotong pelat ukuran 300 x 50 mm	2 pcs

3.8.5. Pemasangan Bata Ringan



Gambar 3.26. Proses pemasangan bata ringan pada dinding tungku

No	Uraian	Keterangan
1	Melakukan pemotongan bata ringan dengan ukuran 300 x 200 mm tebal 50 mm	-
2	Menyiapkan semen mortar dicampurkan dengan air dengan perbandingan 3:1	-
3	Melapisi permukaan bata ringan yang akan ditempelkan pada bagian dinding tungku bagian dalam secara keseluruhan.	-

3.8.6. Pipa Kondensasi



Gambar 3.27. Proses Flaring dan pembengkokan pipa kondensasi



Gambar 3.28. Proses pemotongan dan spiral pipa kondensasi

Penentuan rencana modifikasi pipa kondensasi menggunakan persamaan dari *Heat Transfer Konduksi* untuk mendapatkan perhitungan yang tepat pada panjang laju kondensasi, dimana :

$$Q = m C (\Delta T) \dots\dots\dots(3)^{16}$$

Dimana :

Q = Kalor

¹⁶ Dewi Rossalia, dkk. 99% Lulus UN SMP 2015 (Jakarta: Cmedia, 2014) hal 350

m = Massa
 C = Kalor Jenis Zat
 ΔT = Perbedaan Suhu

$$m = v \times \rho \dots\dots\dots(4)^{17}$$

$$m = 0,06 \text{ m}^3 \times 1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$m = 61,8 \text{ kg}$$

Dimana :

m = massa
 v = volume air yang terproses
 ρ = massa jenis air laut

$$Q = 61,8 \text{ kg} \times 3900 \text{ J/kg} (160^\circ \text{ C} - 30^\circ \text{ C})$$

$$Q = 241020 \text{ J} \times 130^\circ \text{ C}$$

$$Q = 31332,6 \text{ kJ}$$

$$L = \frac{2\pi K}{Q \ln \frac{r_2}{r_1}} (T \text{ Panas} - T \text{ dingin}) \dots\dots\dots(5)^{18}$$

Dimana :

L = Panjang Pipa Kondensasi (meter)
 K = Koefisien konduktivitas termal material
 Q = Kalori
 r_1 = Jari – jari dalam pipa
 r_2 = Jari – jari luar pipa

$$= \frac{6,28 \cdot 385}{31332,6 \cdot \ln \frac{0,5}{0,4}} (160^\circ \text{ C} - 30^\circ \text{ C})$$

$$= \frac{6,28 \cdot 385}{31332,6 \cdot 0,2} (160^\circ \text{ C} - 30^\circ \text{ C})$$

$$= \frac{2417,8}{6266,52} (130^\circ \text{ C})$$

$$= 0,39 \times 130$$

$$= 5,7 \text{ meter}$$

¹⁷ Cornel Barbu, *Electrician in North America* (Canada, 2009) hal. 63

¹⁸ Cukup Mulyana, *Perhitungan Heat Loss Pada Pipa Transmisi Uap di PLTU Cilacap*. Hal. 221

Dari persamaan diatas, maka panjang laju proses kondensasi yang dibutuhkan adalah 5 meter, dengan turbulen sebesar 30% dan dibulatkan, maka panjang laju proses kondensasi pada alat destilasi adalah 7 meter dengan bentuk spiral guna memperpendek dimensi.

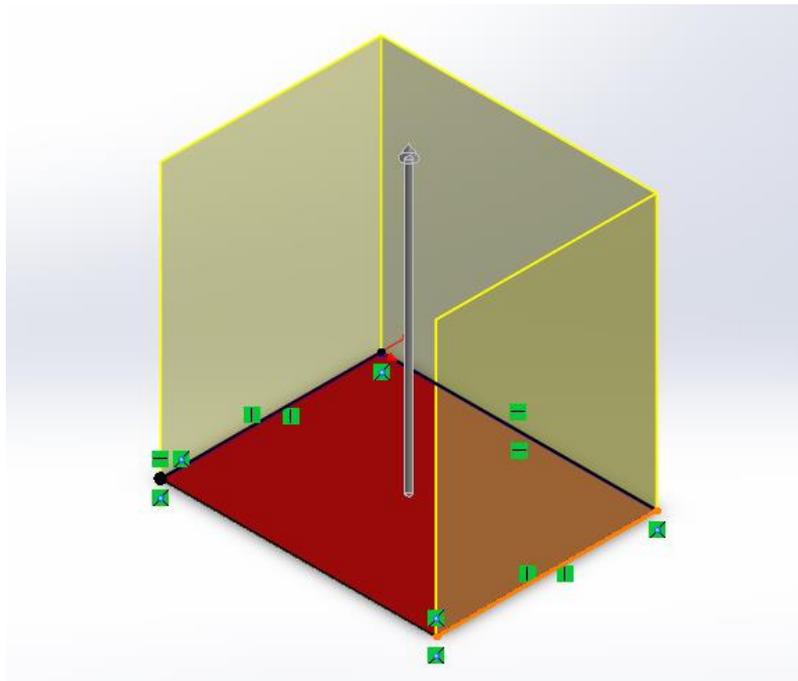
No	Uraian	Keterangan
1	Memahami gambar kerja (<i>job sheet</i>)	-
2	Melakukan penandaan pada pipa tembaga dengan ukuran $\text{Ø}3/8''$ dengan tebal 0.61 mm panjang 15 meter	-
3	Memotong pipa tembaga dengan panjang 7 meter	-
4	Melakukan proses pembengkokan pada ujung pipa tembaga	-
5	Melakukan proses flaring pada ujung pipa tembaga yang akan disambungkan pada pipa heater	-
6	Melakukan pembuatan spiral pada pipa tembaga sepanjang 5 meter	-

3.9. Langkah Desain Pembuatan Simulasi

Dalam langkah desain pembuatan untuk simulasi ada beberapa faktor yang harus diperhatikan yaitu ukuran dimensi suatu objek, setiap ukuran mempunyai hubungan pada saat proses perakitan dan desain sangat berpengaruh terhadap hasil pengujian *flow simulation*.

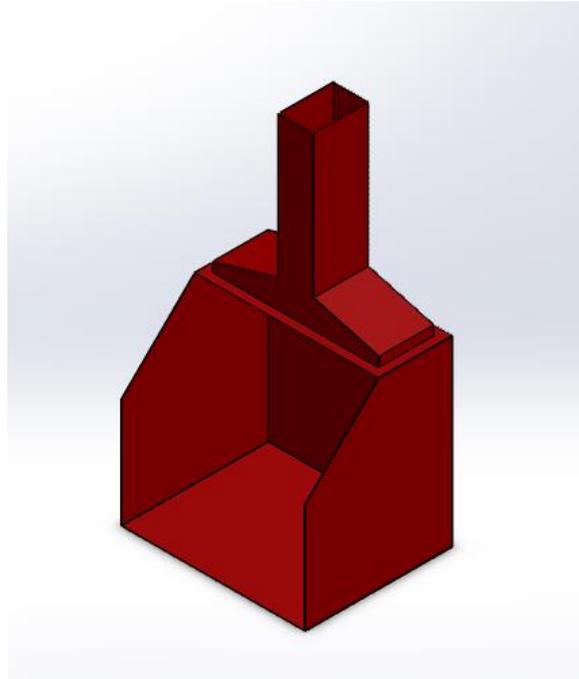
3.9.1. Desain Tungku Alat Destilasi

Dalam pembuatan tungku alat destilasi yaitu membuat dua sketsa dimensi berbentuk persegi dengan ukuran 1000 mm x 800 mm x 1000 mm. Setelah pembuatan sketsa dua dimensi lalu sketsa tersebut dilakukan *extrude* agar menjadi tiga dimensi seperti terlihat pada gambar.



Gambar 3.29. Proses *Extrude* Tungku Destilasi

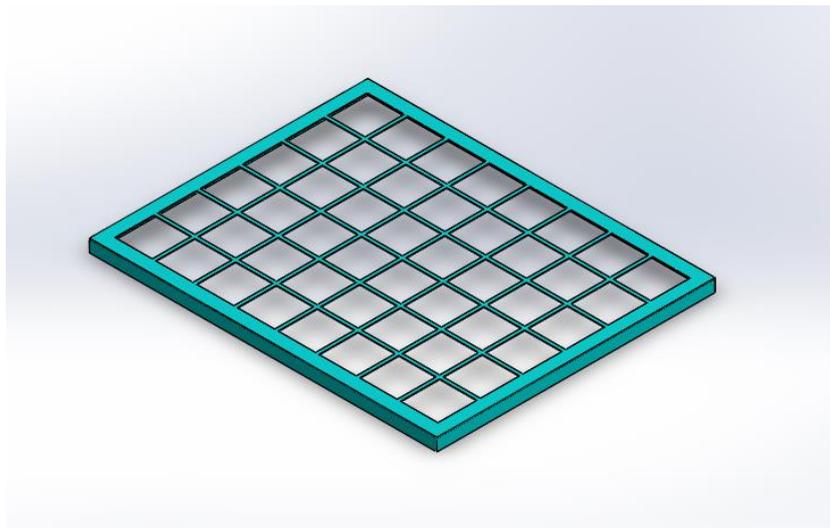
Pada proses *extrude* sketsa dibuat berdasarkan ukuran pembuatan tungku destilasi, dan potongan-potongan pelat juga harus persis seperti ukuran pembuatan tungku destilasi. Seperti terlihat pada gambar.



Gambar 3.30. Desain Tungku Destilasi Tiga Dimensi

3.9.2. Desain Penyangga Sampah Kayu Sebagai Bahan Bakar

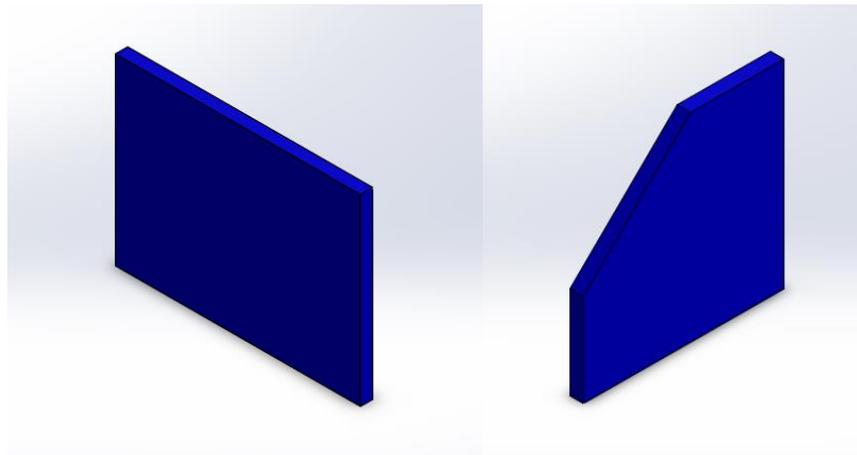
Rancangan selanjutnya adalah pembuatan penyangga sampah kayu sebagai bahan bakar yang digunakan untuk wadah sampah kayu yang digunakan sebagai bahan bakar dengan ukuran 996 mm x 798 mm dan memiliki 7 bilah *shaft*, seperti terlihat pada gambar.



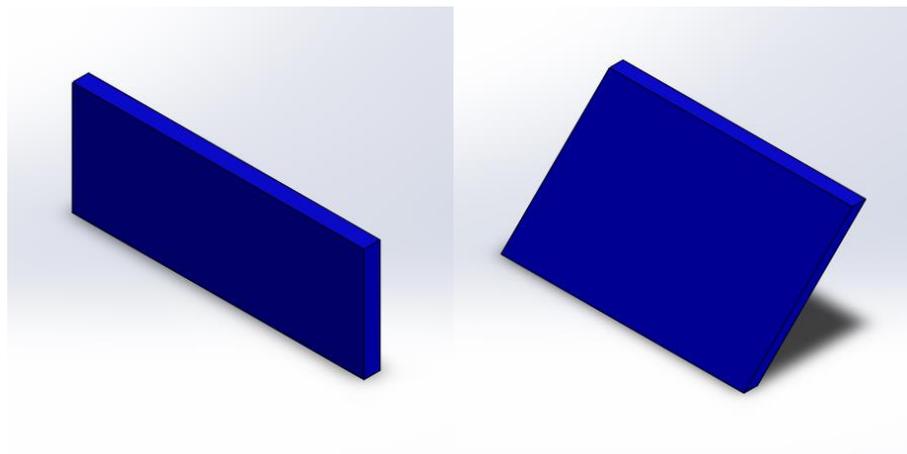
Gambar 3.31. Desain Penyangga Sampah Kayu

3.9.3. Desain Bata Ringan

Bata ringan digunakan sebagai bahan isolator pada tungku alat destilasi. Bata ringan ditempatkan pada sisi dinding tungku bagian dalam yaitu belakang, sisi samping, sisi depan bodi, dan sisi pintu dengan ukuran seperti ukuran bodi tungku alat destilasi, seperti terlihat pada gambar.



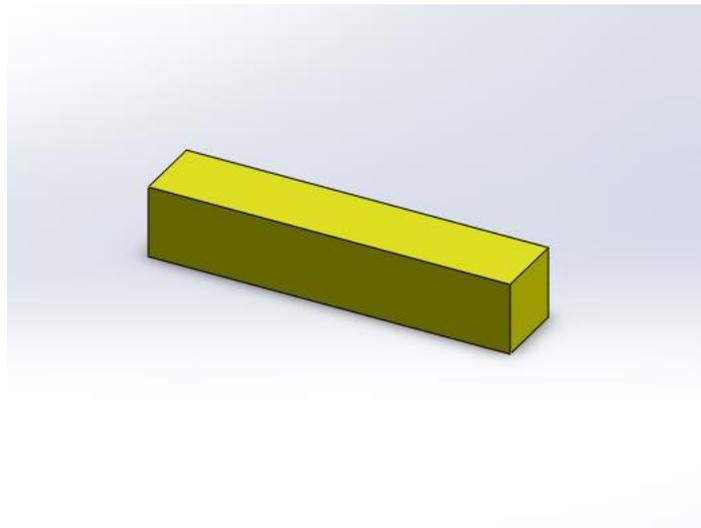
Gambar 3.32. Desain Bata Ringan Sisi Belakang dan Sisi Samping



Gambar 3.33. Desain Bata Ringan Sisi Bodi Depan dan Sisi Pintu

3.9.4. Desain Sampah Kayu Sebagai Sumber Energi

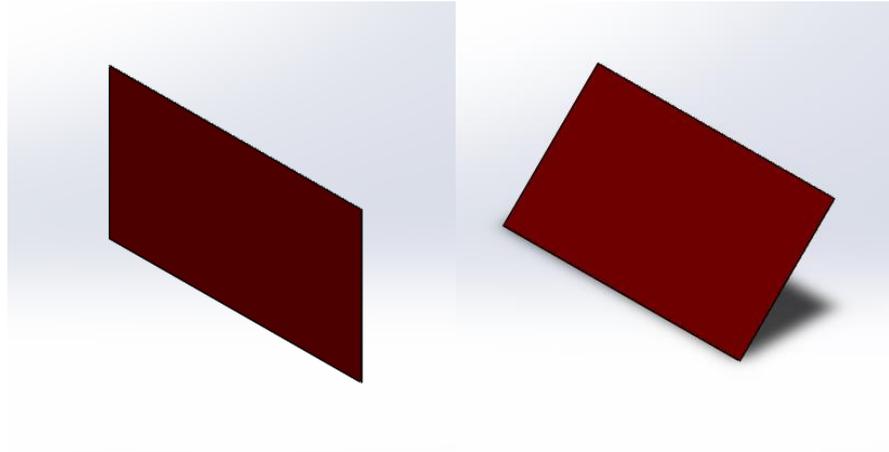
Desain sampah kayu dirancang persegi panjang karena sampah kayu tidak memiliki bentuk akurat pada umumnya. Dan material sampah kayu dirancang sesuai dengan panas yang dihasilkan sesuai dengan keadaan sampah kayu tersebut, seperti terlihat ada gambar.



Gambar 3.34. Desain Sampah Kayu

3.9.5. Desain Bodi Depan dan Pintu Tungku Destilasi

Desain Bodi depan dan pintu di rancang secara terpisah karena agar lebih mudah dalam perakitan assembly dalam simulasi. Desain bodi dan pintu juga di rancang agar pada saat pengujian udara dalam tungku destilasi tidak keluar melalui dinding itu sendiri. Seperti terlihat pada gambar.



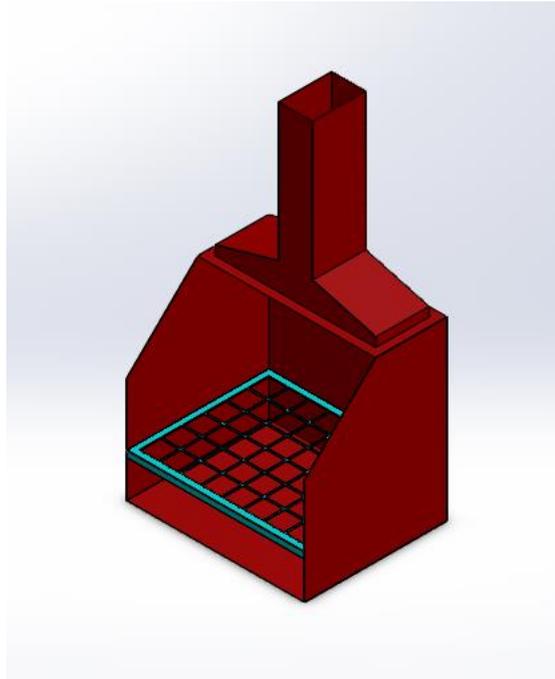
Gambar 3.35. Desain Bodi Depan dan Pintu Tungku Destilasi

3.10. Langkah Perakitan (*Assembly*)

Setelah langkah pembuatan desain bagian-bagian sesuai kompoenen, langkah selanjutnya adalah perakitan (*assembly*). Perakitan ini bertujuan untuk merakit semua komponen menjadi satu sistem sehingga setiap komponen menjalankan fungsi nya masing-masing. Langkah tahap perakitan, antara lain.

3.10.1. Perakitan Penyangga Sampah Kayu dengan Tungku Destilasi

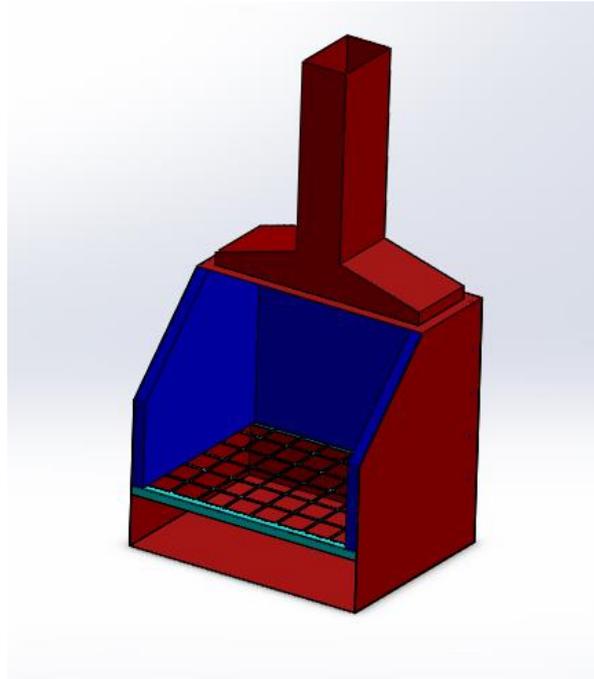
Langkah awal adalah perakitan penyangga kayu dengan tungku destilasi. Sebelum perakitan mode yang digunakan adalah mode *assembly* dan menggunakan *toolbar mates* dengan ini setiap komponen dapat disatukan, seperti terlihat pada gambar.



Gambar 3.36. Perakitan Penyangga Sampah Kayu dengan Tungku Destilasi

3.10.2. Perakitan Bata Ringan dengan Tungku Destilasi

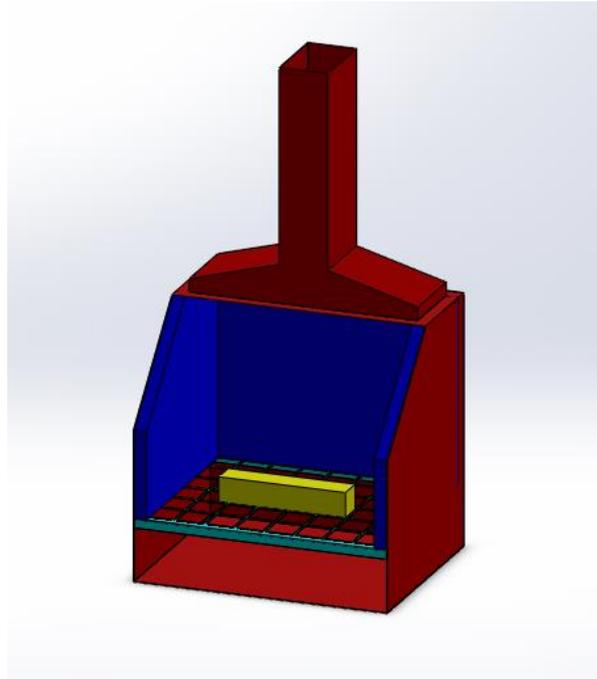
Langkah selanjutnya adalah langkah perakitan bata ringan pada sisi-sisi bagian dalam tungku antara lain, sisi belakang tungku, sisi samping tungku, sisi depan tungku, dan sisi pintu tungku, seperti terlihat pada gambar.



Gambar 3.37. Perakitan Bata Ringan dengan Tungku Destilasi

3.10.3. Peletakan Sampah Kayu dengan Penyangga Sampah Kayu

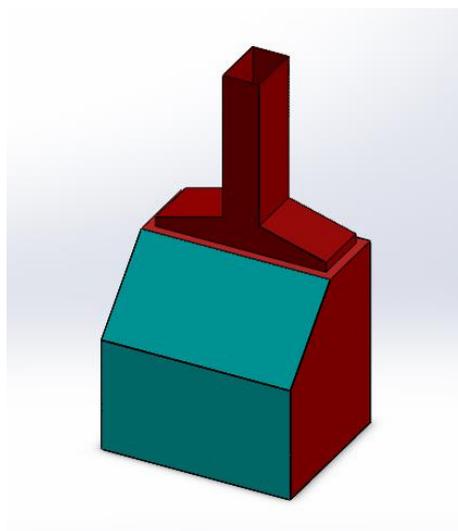
Sampah kayu adalah material yang digunakan sebagai bahan bakar atau sumber energi pada alat tungku destilasi, sehingga material tersebut harus ada dalam tungku alat destilasi, tungku yang sudah terpasang penyangga maka sampah kayu tersebut diletakan diatas penyangga. Seperti terlihat pada gambar.



Gambar 3.38. Peletakan Sampah Kayu pada Penyangga

3.10.4. Pemasangan Bodi Depan dan Pintu pada Tungku Destilasi

Langkah akhir adalah perakitan bodi depan dan pintu. Dalam pemasangan bodi depan dan pintu harus menggunakan *mates and key* bertujuan agar bodi dan pintu tertutup rapat, seperti terlihat pada gambar.



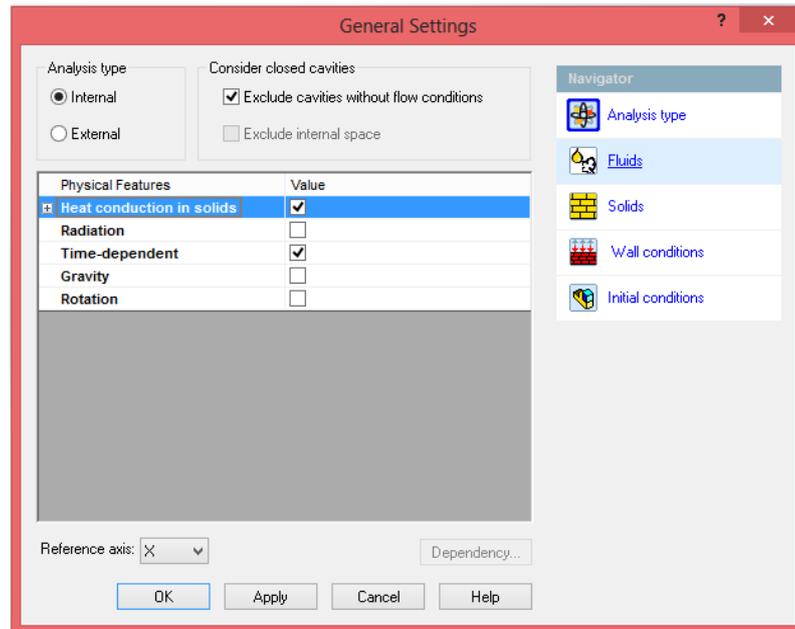
Gambar 3.39. Pemasangan Bodi Depan dan Pintu pada Tungku

3.11. Langkah Proses Simulasi

Dalam langkah ini akan dijelaskan bagaimana cara menguji benda kerja yang sudah dibuat. Simulasi yang digunakan pada pengujian ini adalah *flow simulation*, pengujian ini digunakan untuk menguji aliran temperatur fluida yang ingin di analisa. Dalam analisa ini banyak hasil yang akan di dapat. Hal ini bertujuan untuk mengetahui benda kerja yang sudah dibuat sesuai dengan spesifikasi yang di dinginkan. Dalam simulasi ini ada beberapa langkah diantara nya yaitu :

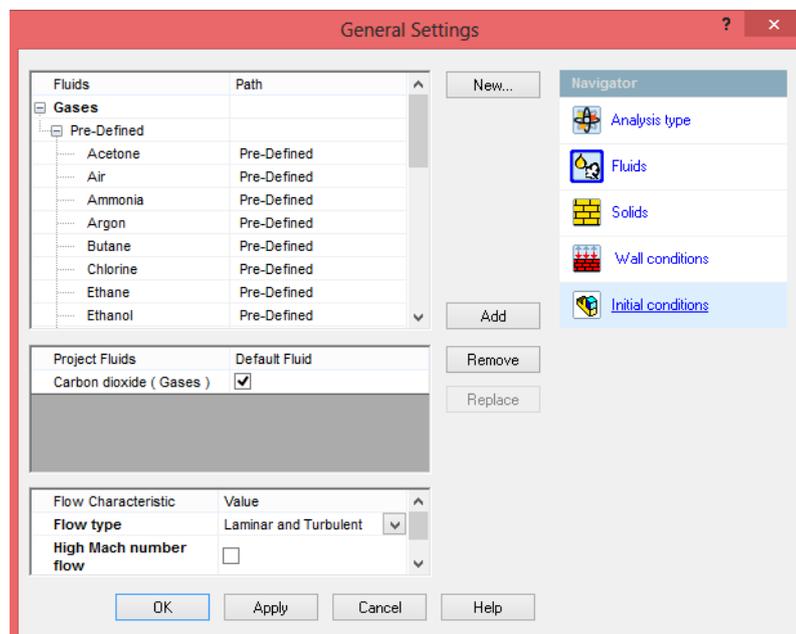
1. Pengaturan Umum (*General Setting*)

Pada langkah awal ini penulis menyiapkan gambar kerja yang ingin disimulasi, setelah itu membuat *project* pada *flow simulation*, di dalam *project* penulis masuk ke *general setting* yang bertujuan untuk mengatur apa saja yang disiapkan. Penulis memilih *type analisis internal*, setelah itu waktu untuk proses di *time-dependent*. Dan untuk mengetahui temperatur yang berkonduksi pada benda maka pilih *heat conduction in solid*. Seperti terlihat pada gambar.



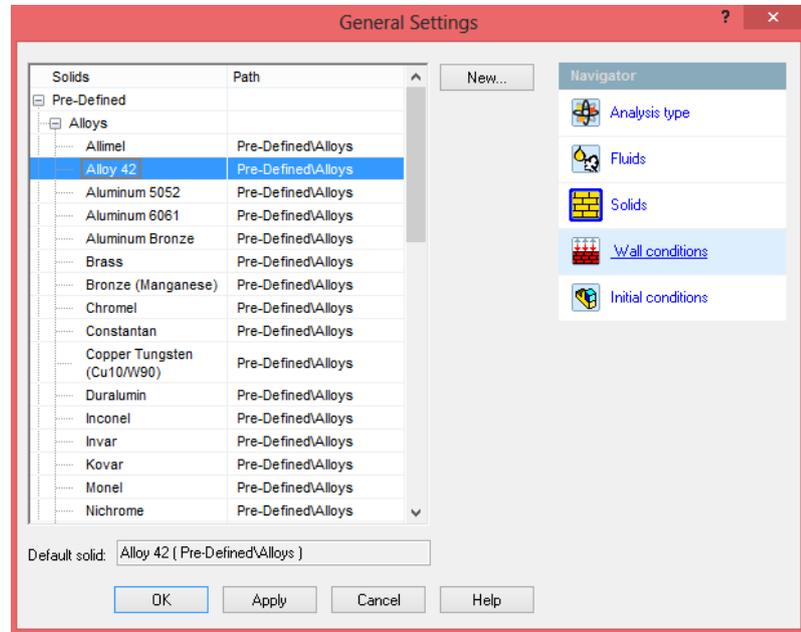
Gambar 3.40. General Setting Analisis Type

Setelah setting *analysis type* selanjutnya setting *fluid*. Dalam mengatur *fluid* yang akan digunakan adalah gas. Seperti terlihat pada gambar.



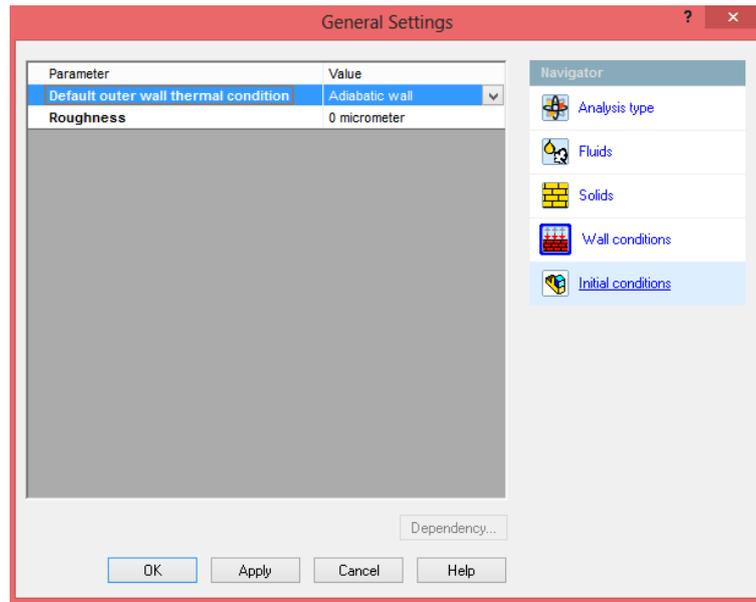
Gambar 3.41. General Setting Fluids

Selanjutnya setting solid dalam pengaturan ini menentukan bahan solid yang akan di gunakan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *alloy 42*. Seperti yang terlihat pada gambar.



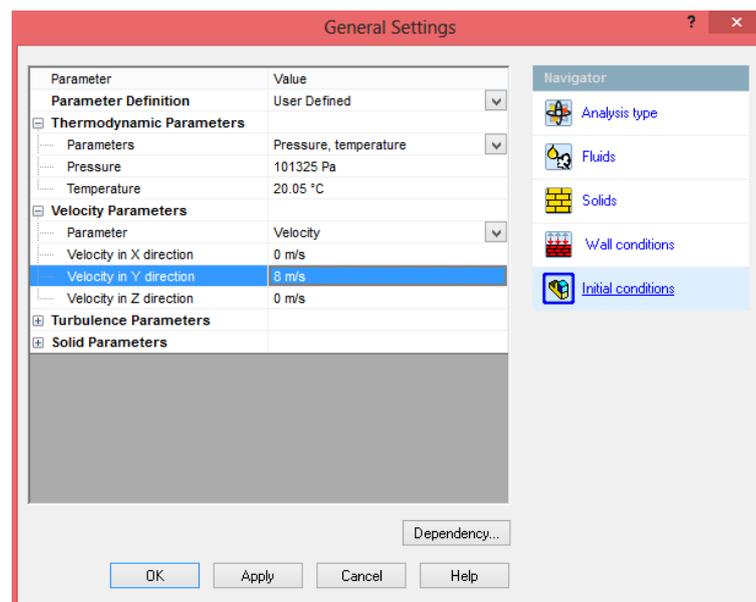
Gambar 3.42. *General Setting Solids*

Wall Condition adalah pemilihan dinding luar, sebagai bagian yang terkena panas bagian luar. Pada pemilihan value menggunakan diabatic wall. Terlihat pada gambar.



Gambar 3.43. *General Setting Wall Condition*

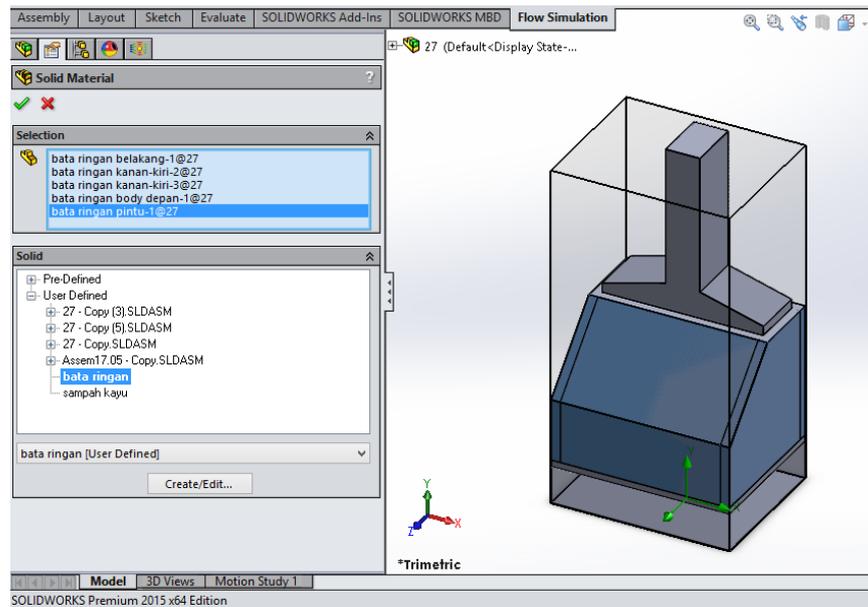
Tahap akhir pada general setting ini adalah setting initial condotions. Dalam initial conditions terdapat thermodynamic parameter dan velocity parameters. Pada pressure dan temperature mengikuti spesifikasi yang sudah ada. Pada velocity parameter di isi 8 m/s. Seperti terlihat pada gambar.



Gambar 3.44. *General Setting Initial Conditions*

2. Memilih Bahan Material

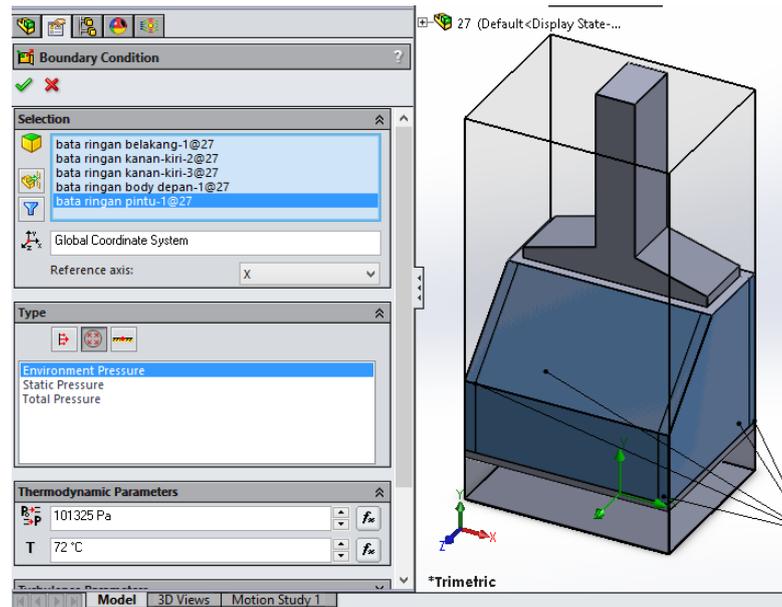
Langkah ini merupakan langkah menentukan jenis bahan yang akan di uji. Pada *solid materials*, jenis material yang di uji adalah bata ringan. Sehingga pemilihan bahan dibuat seperti bata ringan. Terlihat seperti pada gambar.



Gambar. 3.45. Pemilihan Jenis Bahan Bata Ringan

3. Menentukan Kondisi Batas (*Boundary Conditions*)

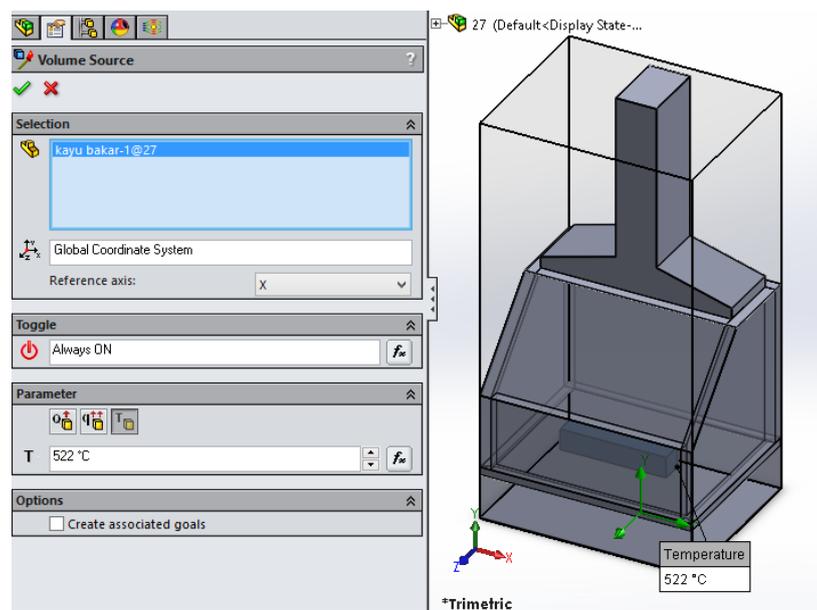
Kondisi batas (*boundary conditions*) adalah kondisi yang di beri nilai berapa kondisi benda uji yang di butuhkan untuk mendapatkan hasil pengujian. Pada bata ringan di beri nilai kondisi batas 72°C seperti terlihat pada gambar.



Gambar 3.46. *Boundary Condition* Bata Ringan

4. Menentukan Sumber Panas (*Heat Sources*)

Langkah ini merupakan langkah pemberian beban panas pada proses simulasi. Pemberian panas diberikan panas sampah kayu dengan nilai 522°C yang didapat dari hasil eksperimen sebelumnya. Terlihat pada gambar.

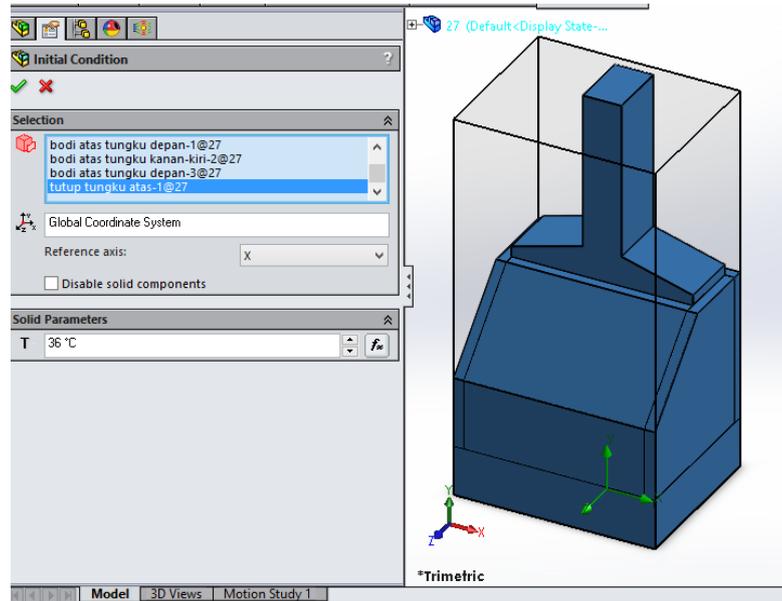


Gambar 3.47. *Heat Sources* Sampah Kayu

5. Menentukan Kondisi Awal (*Initial Conditions*)

Langkah ini merupakan langkah pemberian nilai kondisi awal sebelum pengujian. Temperatur awal sebelum pengujian adalah 36°C.

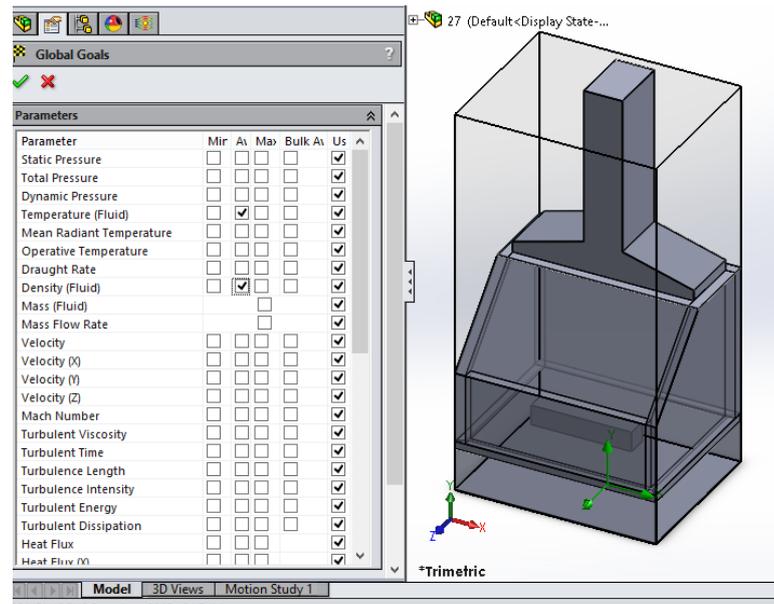
Terlihat pada gambar.



Gambar 3.48. *Initial Conditions* Pada Tungku Destilasi

6. Menentukan Hasil Uji (*Goals*)

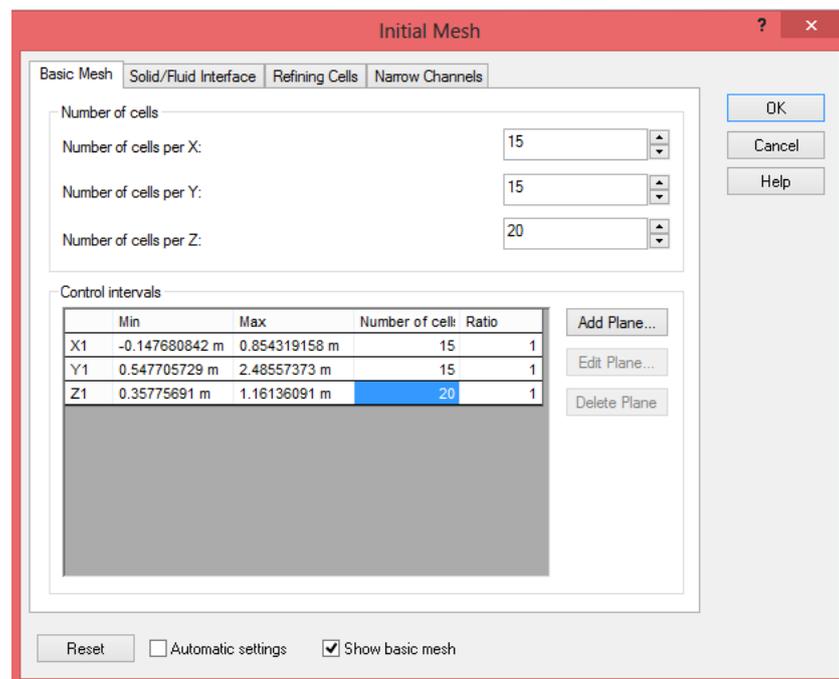
Goals merupakan langkah untuk mendapatkan data yang ingin dicapai. Data berupa tabel dan grafik terdapat pada langkah ini. Pada pengujian ini penulis mencari goals temperatur fluid, velocity, dan density. Seperti terlihat pada gambar.



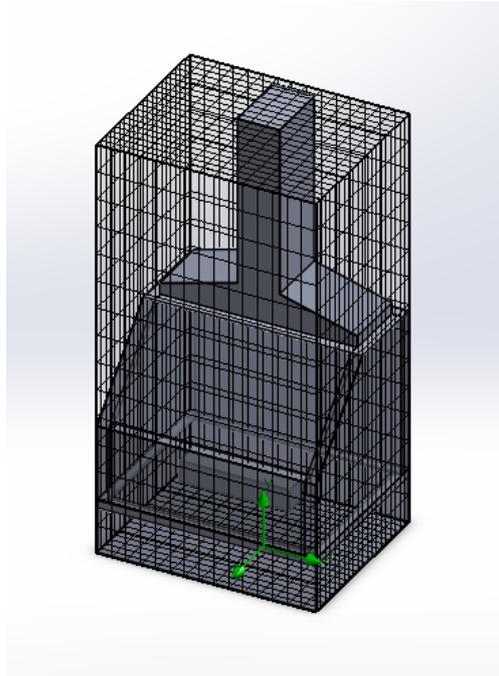
Gambar 3.49. Goals Fluid

7. Membuat *Initial Mesh* Pada Model

Langkah ini merupakan langkah untuk mengatur berapa mesh yang dibutuhkan, mesh ini merupakan mesh yang digunakan untuk bagian utama pada model benda kerja. Terlihat pada gambar.



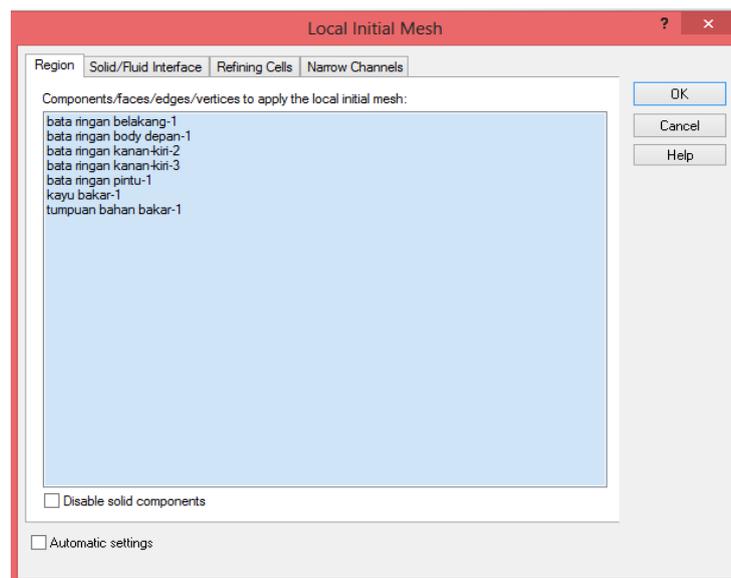
Gambar 3.50. Setting Initial Mesh



Gambar 3.51. Hasil *Intial Mesh* Pada Model

8. Membuat *Local Initial Mesh* Pada Komponen

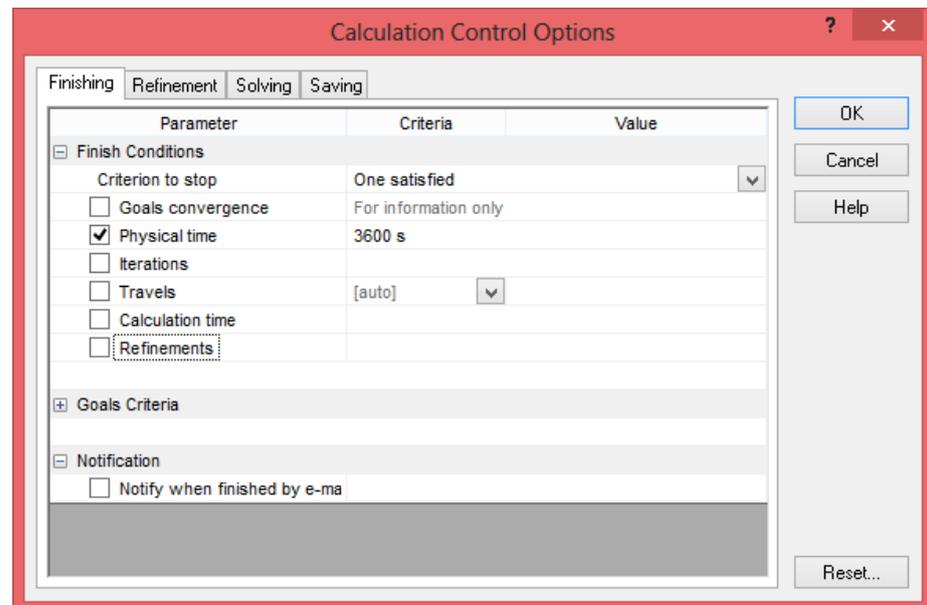
Local initial mesh merupakan cara untuk mengatur *mesh* pada komponen. Komponen yang diatur menggunakan *local initial mesh* adalah bata ringan, sampah kayu dan penyangga.



Gambar 3.52. *Local Intial Mesh*

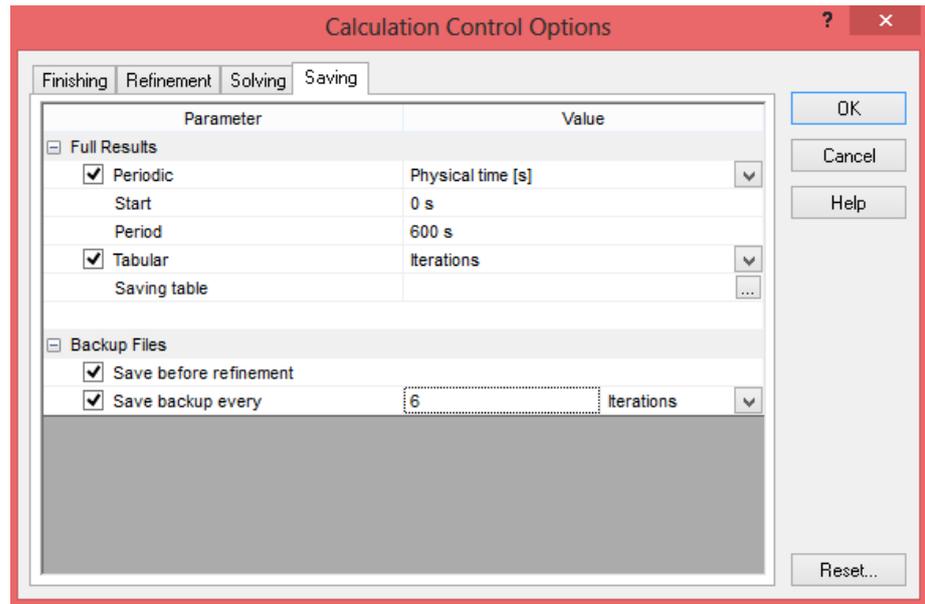
9. Menentukan Kontrol Perhitungan (*Calculation Control Option*)

Langkah ini merupakan langkah untuk mengatur kontrol perhitungan yang ingin digunakan. Pada langkah ini penulis menguji simulasi dalam waktu 1 jam dan dijadikan detik menjadi 3600 detik.



Gambar 3.53. *Calculation Control Option Physical Time*

Langkah kedua adalah mengatur waktu untuk setiap periode nya untuk pengujian dari total waktu 3600 detik, dan setiap periode nya 600 detik yaitu 10 menit. Hal ini bertujuan untuk meringkas waktu dalam pengujian. Setelah itu pengujian disiapkan. Seperti terlihat pada gambar.



Gambar 3.54. *Calculation Control Options Period*

3.12. Pengujian Penelitian

Alat yang digunakan untuk pengujian penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tool Set

Alat ini digunakan untuk merakit komponen yang akan diuji dalam tungku destilasi.

2. Clam Meter

Alat ini digunakan untuk mengukur temperatur aliran panas yang melewati dinding tungku, sehingga dapat mengetahui temperatur aliran panas yang melewati dinding tungku.



Gambar 3.55. Clam Meter untuk mengukur temperatur aliran panas

Alat diatas digunakan untuk dapat mengetahui berapa temperatur aliran panas yang melewati dinding tungku dalam kurun waktu 60 menit.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah temperatur dalam tungku sudah merata atau belum dan melihat apakah terjadi kehilangan panas yang cukup besar pada tungku. Apabila terjadi kehilangan panas yang cukup besar maka yang diperiksa adalah pada saat pembuatan atau perakitan tungku alat destilasi. Tetapi jika tidak terjadi kehilangan panas yang cukup besar, maka data yang telah di dapat akan dilanjutkan di analisa.

3.13. Analisis Data

Setelah data-data yang dibutuhkan telah terkumpul maka proses selanjutnya adalah menganalisa data yang telah di dapat. Analisis ini menggunakan metode analisis profil yang dilakukan sebagai studi kelayakan untuk melihat benda yang dibuat sesuai atau tidak dengan *software SolidWork*.

BAB IV
HASIL PENELITIAN

4.1. Deskripsi Hasil Penelitian

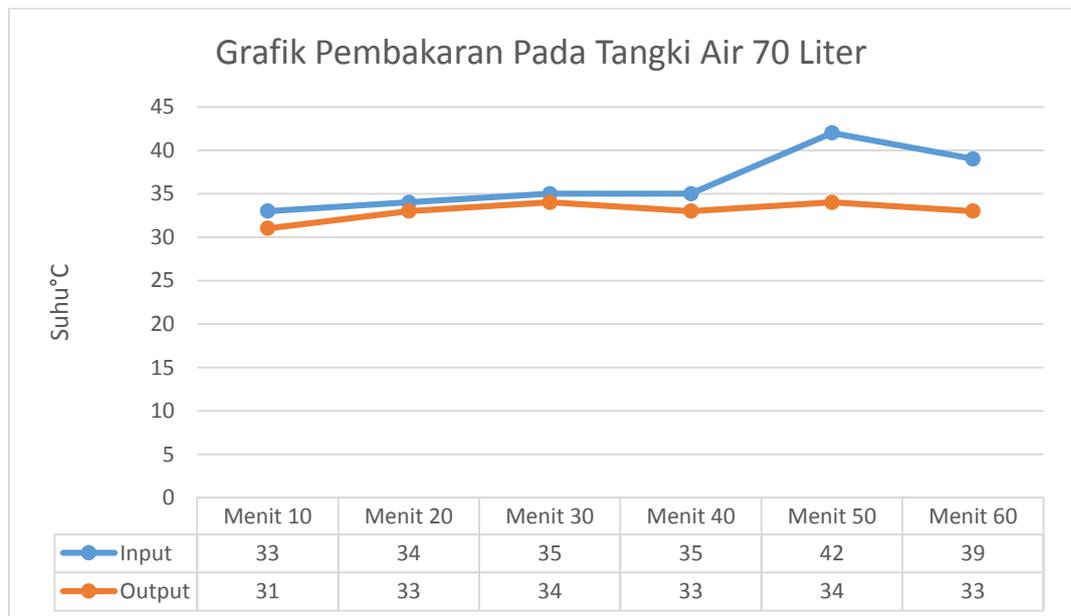
Pengujian dilakukan dengan bata ringan sebagai bahan isolator yang melapisi dinding tungku alat destilasi. Bahan bakar yang digunakan ialah sampah atau limbah kayu sebagai sumber energi dengan waktu yang dibutuhkan 60 menit. Pengujian dilakukan dengan perhitungan teori dan uji coba dengan menggunakan *software solidwork*.

4.2. Hasil Pengujian Pada Destilasi Air Laut Menjadi Air Tawar

Level Air : 70 Liter

Suhu Air Awal : 28°C

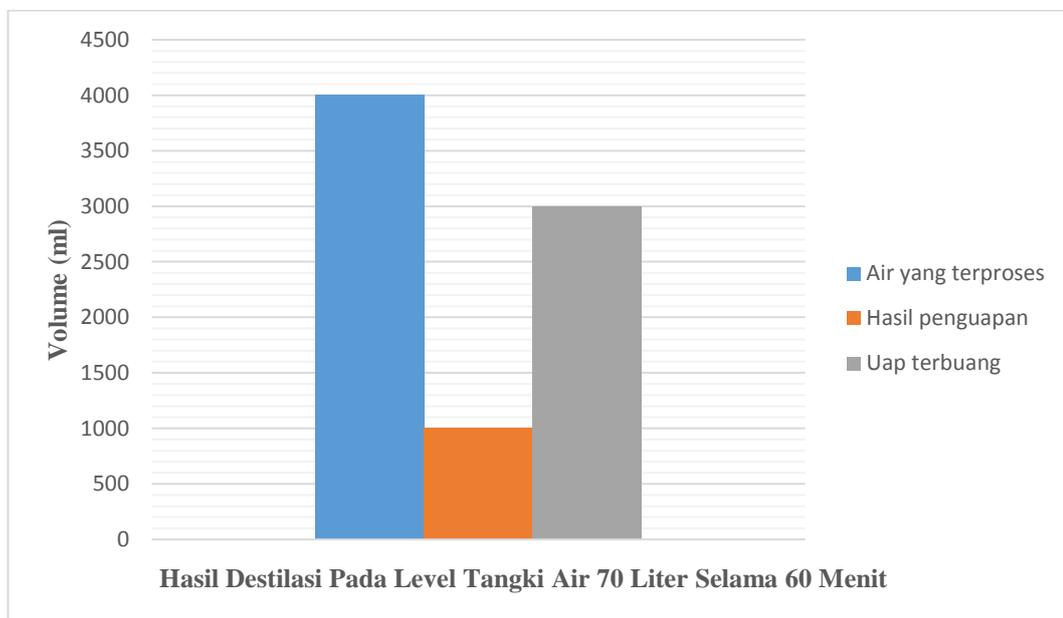
Suhu Exhaust Awal : 36°C



Gambar 4.1. Temperatur Pembakaran Pada Level Tangki Air 70 Liter

Gambar 4.1. menunjukkan temperatur input dan output pada hitungan menit ke-10 sampai dengan menit ke-60, dapat dilihat pada gambar 4.1, menunjukkan grafik pada input yang di awali pada suhu yang cukup stabil hingga menit ke-40, lalu pada menit ke-50 terjadi kenaikan suhu dikarenakan adanya penambahan bahan bakar dan pada suhu output disini dapat dikatakan stabil.

4.3. Hasil Destilasi



Gambar 4.2. Hasil Destilasi Selama 60 Menit

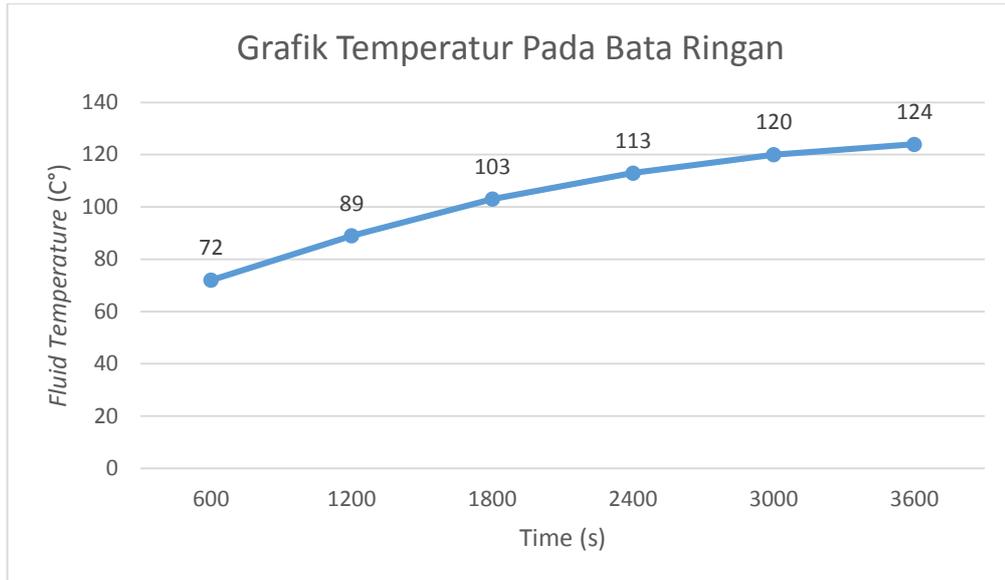
Gambar 4.2 menunjukkan jumlah air dalam liter hasil destilasi selama 60 menit pada tangki yang berisikan 70 liter air laut, hanya 4 liter yang mengalami proses destilasi dan dari air yang terproses destilasi hanya menghasilkan air sebanyak 1 liter, sedangkan 3 liter air sisanya menjadi uap yang terbang, air yang terbang tersebut menjadi buih-buih dan kembali lagi ke dalam tangki dan menjadi uap di dalam tangki.

4.4. Hasil Penelitian Menggunakan *Software Solidwork*

Pengujian dilakukan menggunakan *software solidwork* menggunakan desain model yang ingin di uji dibuat mirip dengan benda sebenarnya agar hasil yang didapatkan optimal, begitu pula dengan waktu proses yang dimasukkan ke simulasi *software solidwork* sebesar 1 jam dan dimasukkan kedalam simulasi menjadi detik yaitu 3600 detik, dengan pengambilan hasil pengujian yang dilakukan setiap 10 menit, dan dijadikan dalam detik menjadi 600 detik yang dimasukkan dalam simulasi *software solidwork*, setiap hasil pengujian yang didapat dilihat hasil pengujiannya.

4.4.1. Pengujian Pada Bata Ringan

Pengujian ini di rancang dengan bata ringan berada di sisi setiap dinding tungku destilasi sebagai bahan isolator tungku. Pada pengujian ini di dapat hasil berupa grafik temperature fluid, seperti terlihat pada gambar 4.3.



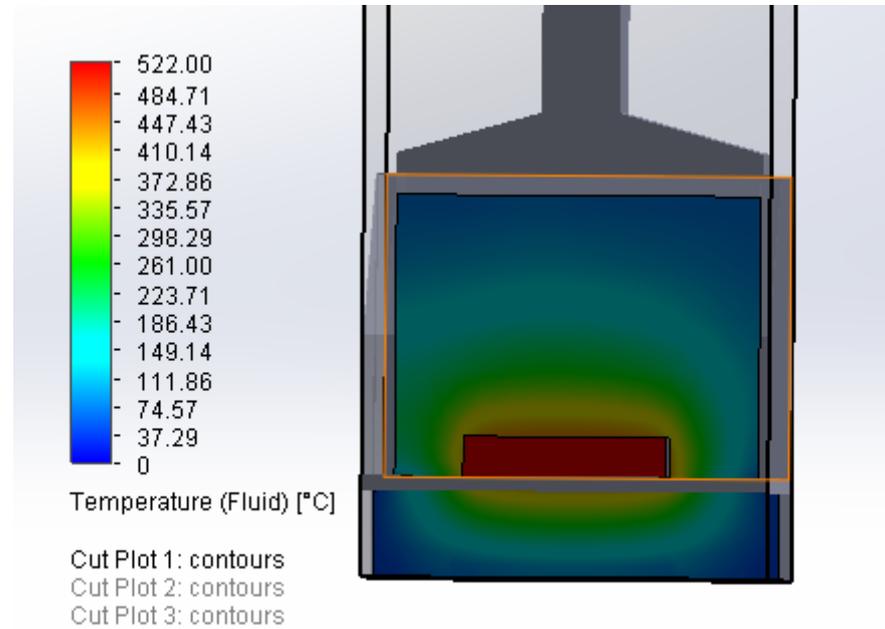
Gambar 4.3. Grafik Hasil Pengujian Temperatur Pada Bata Ringan Dengan Waktu 3600 detik.

Pada grafik diatas dapat di lihat hasil temperatur bata ringan selama waktu 3600 detik yang diukur setiap 600 detik. Pengujian dilakukan dengan sumber panas yaitu sampah kayu dengan temperatur 522°C yang didapat dari hasil suhu maksimal pengujian aktual pada tungku destilasi air laut. Dari grafik diatas terlihat temperatur yang terjadi pada bata ringan tetap naik tiap menit selama 3600 detik, dengan temperatur terkecil terjadi pada awal pengukuran proses simulasi pada detik 600 yaitu sebesar 72°C dan temperatur terbesar terjadi pada akhir pengukuran proses simulasi pada detik 3600 yaitu sebesar 124°C.

4.4.2. Hasil Pengujian Menggunakan Potongan (*Cut Plot*)

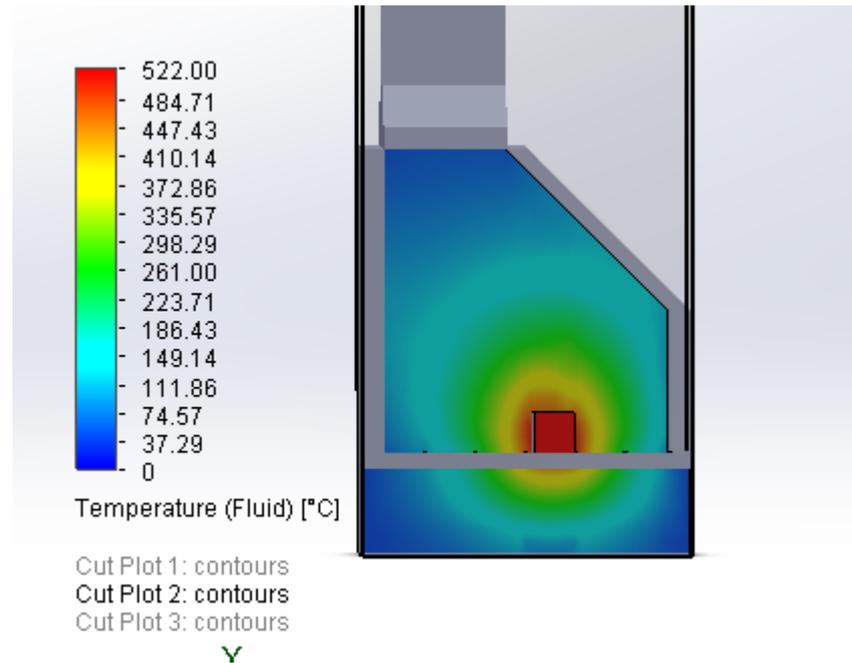
Cut plot adalah hasil pengujian yang berupa potongan dari sebuah objek uji. *Cut plot* dalam hasil uji didapat dari tiga titik bagian

pandangan yaitu titik atas, titik samping dan titik depan. Pegujian ini dilakukan selama 3600 detik dengan sumber panas sampah kayu.



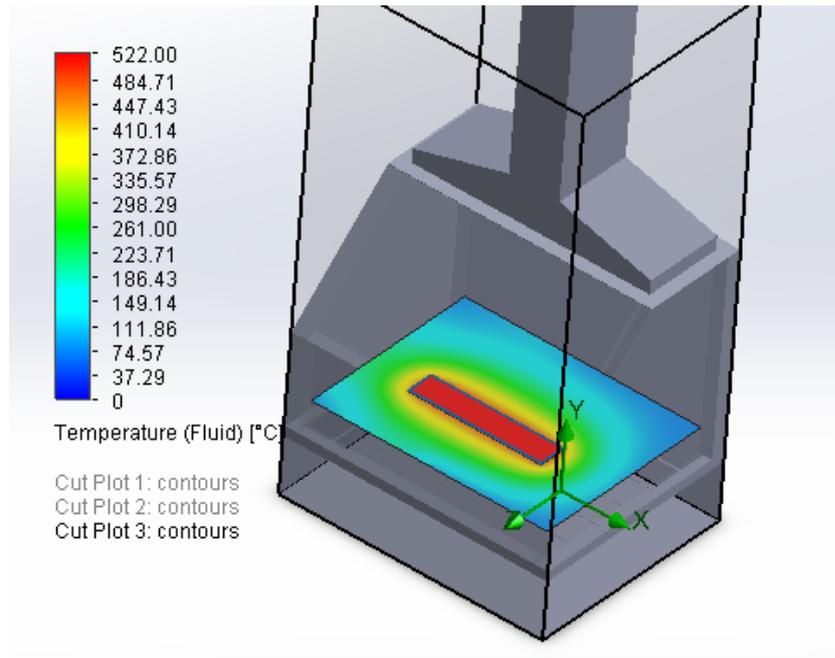
Gambar 4.4. Pembacaan Hasil Pengujian dengan Cut plot pada Titik Depan dalam waktu 3600 detik.

Pada gambar 4.4 dapat dilihat daerah bertemperatur terkecil terjadi disekitaran dinding sisi bata ringan bagian atas dengan temperatur 72°C sampai 80°C , namun pada sudut temperatur bagian sisi dinding tungku atas sudah terjadi kenaikan suhu antara 100°C sampai 130°C . Hal ini terjadi dikarenakan dinding sisi bata ringan bagian bawah lebih dekat dengan sumber panas. Oleh sebab itu sisi dinding tungku bagian bawah lebih tinggi temperaturnya dibanding dengan sisi tungku bagian atas.



Gambar 4.5. Pembacaan Hasil Pengujian dengan Cut plot pada Titik Samping dalam waktu 3600 detik.

Pada gambar 4.5 dapat dilihat hasil uji *cut plot* pada sisi dinding tungku bagian bodi depan mencapai suhu 149°C, dan pada sisi tungku bagian bodi belakang tungku berada pada suhu 111°C. Ini sebabkan sumber panas lebih berdekatan pada posisi pintu depan bodi tungku destilasi sehingga panas yang dialami dinding tungku tidak sama. Sedangkan pada sisi atas bodi dinding bagian belakang suhu hanya mencapai antara 37°C – 74°C, hal ini disebabkan juga karena posisi sumber panas cenderung lebih jauh daripada sisi bawah bodi dinding tungku bagian bawah.

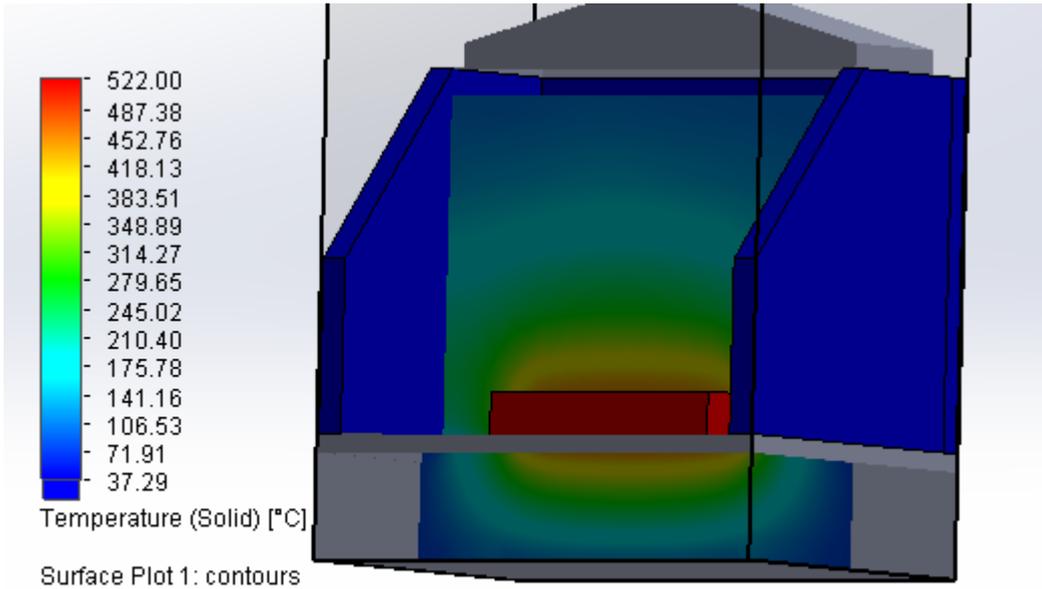


Gambar 4.6. Pembacaan Hasil Pengujian dengan Cut plot pada Titik Atas dalam waktu 3600 detik.

Pada gambar 4.6 dapat dilihat hasil uji *cut plot* pada simulasi *solidwork* dengan pandangan titik atas. Pada gambar diatas terlihat posisi aliran panas cenderung lebih merata ke arah bagian dinding-dinding tungku yang dilapisi bata ringan, dengan temperatur berkisar antara 111°C sampai 223°C dan posisi sumber panas sampah kayu bakar dengan temperature 522°C pada titik tengah diantara posisi dinding tungku pembakaran alat destilasi.

4.4.3. Pembacaan Hasil Pengujian Permukaan (*Surface*)

Surface adalah hasil uji yang dapat menunjukkan nilai dalam sebuah temperatur pada permukaan dinding tungku yang di uji. Dalam hasil uji dapat diketahui temperatur pada permukaan dinding tungku bata ringan.

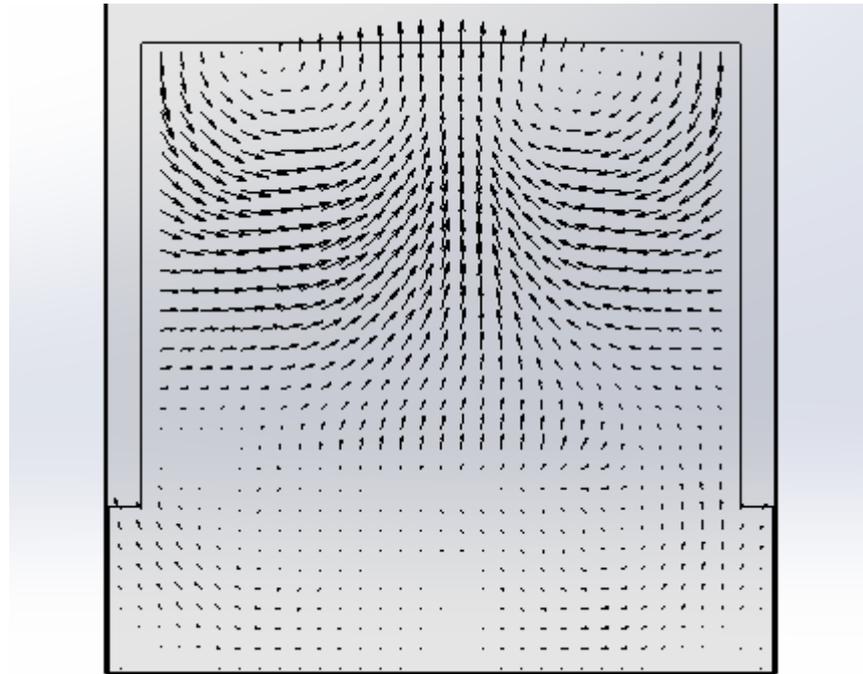


Gambar 4.7 Pembacaan Hasil Pengujian dengan *Surface* dalam waktu 3600 detik.

Gambar 4.7 menunjukkan hasil uji temperatur *surface* yang terjadi pada dinding tungku pembakaran, dimana temperatur permukaan dinding tungku bagian dalam berkisar antara 175°C sampai 210°C dengan ditandai warna biru muda dan temperatur permukaan dinding tungku bagian luar berkisar antara 37°C sampai 71°C dengan ditandai warna biru gelap. Dengan sumber panas sampah kayu dengan temperatur 522°C yang berada pada titik tengah bagian dalam tungku pembakaran. Dapat dilihat dari gambar diatas bahwa panas yang terjadi menyebar secara merata ke dinding-dinding tungku pembakaran secara konstan.

4.4.4. Pembacaan Hasil Pengujian Aliran Udara

Hasil pengujian aliran udara adalah hasil uji yang menunjukkan arah aliran udara yang terjadi dalam proses simulasi. Dalam hasil ini dapat diketahui arah aliran udara pada tungku alat desalinasi.



Gambar 4.8 Pembacaan Hasil Pengujian Aliran Udara dalam waktu 3600 detik.

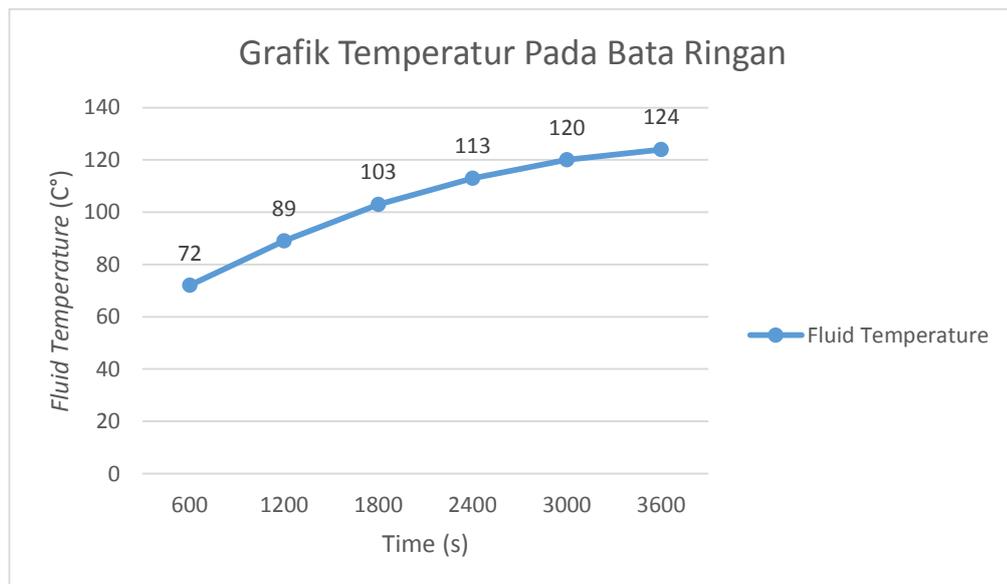
Gambar 4.8 menunjukkan aliran udara yang mengalir dalam tungku alat desalinasi, dapat dilihat udara yang mengalir pada simulasi ke arah atas yaitu cerobong dalam tungku alat desalinasi.

4.4.5. Hasil Pengujian (*Goals Plots*)

Hasil pengujian *goals plots* adalah hasil final dalam sebuah simulasi pengujian yang berupa data berbentuk tabel dan grafik. Hasil pengujian akan didapat data berupa *temperatue fluid* untuk waktu 3600 *sec*.

No	Time (s)	Fluid Temperature (°C)
1	600	72
2	1200	89
3	1800	103
4	2400	113
5	3000	120
6	3600	124

Tabel 4.1 Nilai Hasil Pengujian Temperatur Udara (*Fluid Temperature*) Pada Tungku Pembakaran Dalam Waktu 3600 detik dengan pengujian 600 detik.



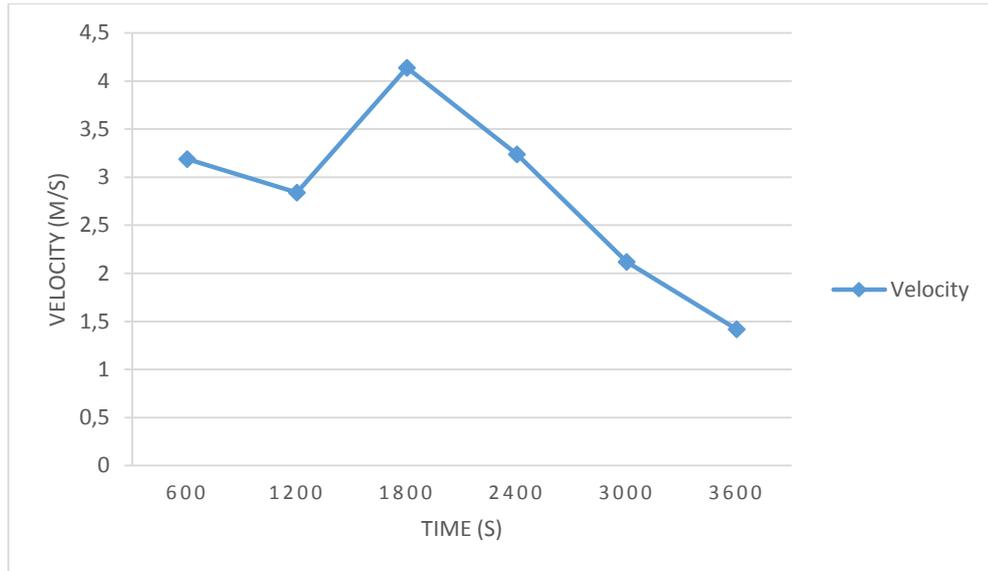
Gambar 4.9. Grafik Hasil Pengujian Temperatur Pada Bata Ringan Dengan Waktu 3600 detik.

Dari grafik diatas menunjukkan temperatur awal berkisar 72°C pada waktu 600 detik. Pada detik 1200 *sec* terjadi kenaikan temperatur menjadi 89°C, setelah detik ke 1800 *sec* temperature tetap naik stabil pada 103°C. Pada detik 2400°C temperatur tetap mengalami kenaikan suhu berkisar

113°C, sampai pada titik detik ke-3600 *sec* temperatur tetap mengalami kenaikan suhu berkisar 124°C. Hal ini disebabkan karena sumber panas dalam pengujian simulasi *software solidwork* tetap aktif meskipun pada pengukuran akhir.

No	<i>Time (s)</i>	<i>Velocity (m/s)</i>
1	600	3,19
2	1200	2,84
3	1800	4,14
4	2400	3,24
5	3000	2,12
6	3600	1,42

Tabel 4.2 Nilai Hasil Pengujian Kecepatan Angin (*Velocity*) pada Tungku Pembakaran dalam Waktu 3600 detik dengan pengujian 600/detik.

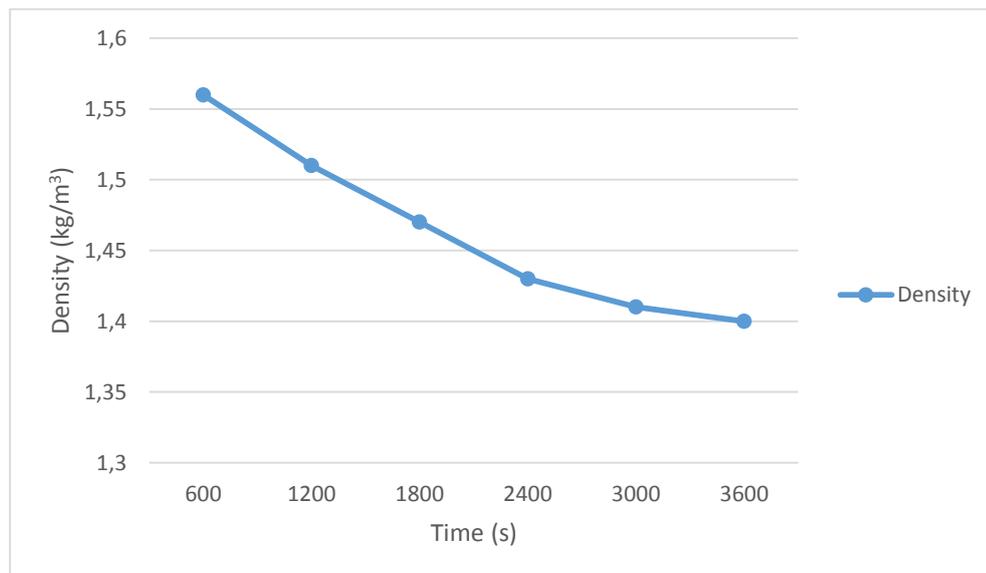


Gambar 4.10. Grafik Hasil Pengujian Kecepatan Udara (*Velocity*) pada Tungku Pembakaran dalam Waktu 3600 detik.

Dari grafik diatas menunjukkan naik turunnya *velocity* mulai dari pengukuran awal yaitu pada detik ke-600 *sec* sebesar 3,19 m/s, lalu pada detik ke-1200 *sec* mengalami penurunan menjadi 2,84 m/s. Dan mengalami posisi tertinggi pada detik ke-1800 *sec* yaitu sebesar 4,14 m/s, setelah itu mengalami penurunan sampai pada pengukuran akhir yaitu detik ke-3600 *sec* sebesar 1,42 m/s.

No	Time (s)	Density (kg/m ³)
1	600	1,56
2	1200	1,51
3	1800	1,47
4	2400	1,43
5	3000	1,41
6	3600	1,40

Tabel 4.3 Nilai Hasil Pengujian Berat Jenis (*Density*) pada Tungku Pembakaran dalam Waktu 3600 detik dengan pengujian 600/detik.



Gambar 4.11. Grafik Hasil Pengujian Berat Jenis (*Density*) pada Tungku Pembakaran dalam Waktu 3600 detik.

Dari grafik diatas menunjukkan terdapat penurunan *density*, mulai dari awal pengukuran pertama yaitu *density* yang paling besar terjadi pada detik ke-600 *sec* sebesar 1,56 kg/m³ dan pada detik ke-1200 *sec* penurunan terjadi yaitu sebesar 1,51 kg/m³. Selanjutnya pada detik ke-1800 *sec* sampai detik

ke-3600 *sec* tetap mengalami penurunan *density*, hingga akhir pengukuran yaitu sebesar $1,4 \text{ kg/m}^3$.

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan *software solidwork* didapatkan hasil berupa *cut plot*, *surface*, dan *goals plot*. Pada pengujian *cut plot* didapatkan hasil yang dapat dilihat hasilnya dalam berupa potongan dan paduan warna yang menempati ruang tungku pembakaran dan pada pengujian *surface* dapat dilihat hasilnya dalam berupa temperatur solid dan paduan warna yang terjadi pada permukaan bata ringan.

4.5. Hasil Perhitungan Laju Aliran Kalor Setiap Dinding Tungku

Dari hasil penelitian yang peneliti lakukan, analisis penelitian didapatkan dari data pada proses penelitian yang mana dengan menghitung laju aliran kalor dari masing-masing dinding tungku alat desalinasi yang dilapisi bata ringan.

4.5.1. Laju aliran kalor pada dinding tungku bagian belakang

Pengujian desalinasi dengan menggunakan :

Pelat besi dengan :

- a. Tebal : 1,2 mm
- b. panjang : 1000 mm
- c. Lebar : 1000 mm
- d. Konduktifitas thermal : $43 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

Bata ringan dengan :

- a. Tebal : 50 mm
- b. panjang : 1000 mm

c. Lebar : 1000 mm

d. Konduktifitas thermal : 0,5 W/m°C

Suhu dalam tungku : 124°C

Suhu dinding luar tungku : 72°C

a. Perhitungan kalor yang melewati dinding tungku belakang

Perhitungan laju aliran kalor yang dilepaskan oleh pembakaran pada dinding tungku bagian belakang.

$$Q = \frac{\Delta t}{\frac{\Delta x_{bata}}{k_{bata} \cdot A_{bata}} + \frac{\Delta x_{pelat}}{k_{pelat} \cdot A_{pelat}}} \dots\dots\dots (6)^{19}$$

$$Q = \frac{72^{\circ}C - 124^{\circ}C}{\frac{0,05 \text{ m}}{0,5 \frac{W}{m^{\circ}C} \cdot 1 \text{ m}^2} + \frac{0,0012 \text{ m}}{43 \frac{W}{m^{\circ}C} \cdot 1 \text{ m}^2}}$$

$$Q = 518,5 \text{ J}$$

4.5.2. Laju aliran kalor pada dinding tungku bagian sisi samping

Pengujian desalinasi dengan menggunakan :

Pelat besi dengan :

a. Tebal : 1,2 mm

b. panjang : 800 mm

c. Lebar : 1000 mm

d. Konduktifitas thermal : 43 W/m°C

Bata ringan dengan :

a. Tebal : 50 mm

b. panjang : 800 mm

¹⁹ J.P. HOLMAN, Perpindahan Kalor, (Jakarta : Erlangga, 1991), hal.27

c. Lebar : 1000 mm

d. Konduktifitas thermal : 0,5 W/m°C

Suhu dalam tungku : 124°C

Suhu dinding luar tungku : 72°C

a. Perhitungan kalor yang melewati dinding tungku samping

Perhitungan laju aliran kalor yang dilepaskan oleh pembakaran pada dinding tungku bagian belakang.

$$Q = \frac{\Delta t}{\frac{\Delta x \text{ bata}}{k \text{ bata} \cdot A \text{ bata}} + \frac{\Delta x \text{ pelat}}{k \text{ pelat} \cdot A \text{ pelat}}}$$

$$Q = \frac{72^\circ\text{C} - 124^\circ\text{C}}{\frac{0,05 \text{ m}}{0,5 \frac{\text{W}}{\text{m}}^\circ\text{C} \cdot 0,8 \text{ m}^2} + \frac{0,0012 \text{ m}}{43 \frac{\text{W}}{\text{m}}^\circ\text{C} \cdot 0,8 \text{ m}^2}}$$

$$Q = 415,9 \text{ J}$$

4.5.3. Laju aliran kalor pada dinding tungku bagian sisi depan

Pengujian desalinasi dengan menggunakan :

Pelat besi dengan :

a. Tebal : 1,2 mm

b. panjang : 1000 mm

c. Lebar : 600 mm

d. Konduktifitas thermal : 43 W/m°C

Bata ringan dengan :

a. Tebal : 50 mm

b. panjang : 1000 mm

c. Lebar : 600 mm

d. Konduktifitas thermal : 0,5 W/m°C

Suhu dalam tungku : 124°C

Suhu dinding luar tungku : 72°C

a. Perhitungan kalor yang melewati dinding tungku depan

Perhitungan laju aliran kalor yang dilepaskan oleh pembakaran pada dinding tungku bagian belakang.

$$Q = \frac{\Delta t}{\frac{\Delta x \text{ bata}}{k \text{ bata} \cdot A \text{ bata}} + \frac{\Delta x \text{ pelat}}{k \text{ pelat} \cdot A \text{ pelat}}}$$

$$Q = \frac{72^\circ\text{C} - 124^\circ\text{C}}{\frac{0,05 \text{ m}}{0,5 \frac{\text{W}}{\text{m}}^\circ\text{C} \cdot 0,6 \text{ m}^2} + \frac{0,0012 \text{ m}}{43 \frac{\text{W}}{\text{m}}^\circ\text{C} \cdot 0,6 \text{ m}^2}}$$

$$Q = 311,3 \text{ J}$$

4.5.4. Laju aliran kalor pada dinding tungku bagian sisi pintu

Pengujian desalinasi dengan menggunakan :

Pelat besi dengan :

a. Tebal : 1,2 mm

b. panjang : 1000 mm

c. Lebar : 565 mm

d. Konduktifitas thermal : 43 W/m°C

Bata ringan dengan :

a. Tebal : 50 mm

b. panjang : 1000 mm

c. Lebar : 565 mm

d. Konduktifitas thermal : 0,5 W/m°C

Suhu dalam tungku : 124°C

Suhu dinding luar tungku : 72°C

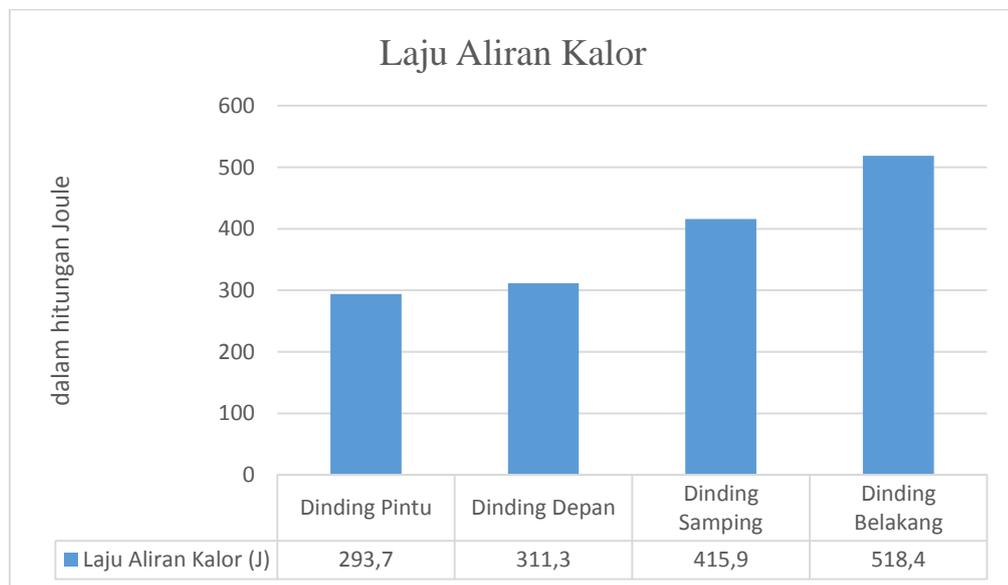
a. Perhitungan kalor yang melewati dinding tungku sisi pintu

Perhitungan laju aliran kalor yang dilepaskan oleh pembakaran pada dinding tungku bagian belakang.

$$Q = \frac{\Delta t}{\frac{\Delta x_{bata}}{k_{bata} \cdot A_{bata}} + \frac{\Delta x_{pelat}}{k_{pelat} \cdot A_{pelat}}}$$

$$Q = \frac{72^{\circ}C - 124^{\circ}C}{\frac{0,05 \text{ m}}{0,5 \frac{W}{m^{\circ}C} \cdot 0,565 \text{ m}^2} + \frac{0,0012 \text{ m}}{43 \frac{W}{m^{\circ}C} \cdot 0,565 \text{ m}^2}}$$

$$Q = 293.7 \text{ J}$$



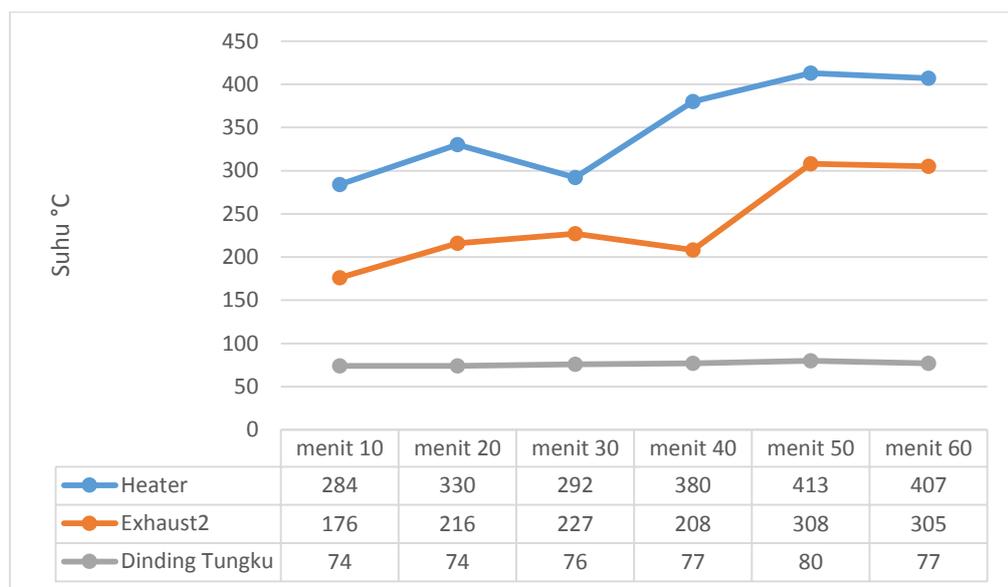
Gambar 4.12. Perbandingan Nilai Laju Aliran Kalor pada Bata Ringan

Gambar 4.12. menunjukkan nilai laju aliran kalor pada bata ringan yang berada pada sisi dinding tungku pembakaran setelah mendapatkan hasil dari perhitungan masing-masing dinding. Dimana nilai laju aliran kalor terendah

terdapat pada perhitungan dinding pintu yaitu sebesar 293,7 J dan nilai laju aliran kalor terbesar terdapat pada perhitungan dinding belakang yaitu sebesar 518,4 J. Hal itu dipengaruhi dari volume bata ringan itu sendiri, semakin besar volume dari bata ringan yang terpasang maka semakin tinggi tingkat laju aliran kalor yang dihasilkan.

4.6. Pembahasan

Berdasarkan data-data dari rangkaian pengujian dengan software dan pengujian eksperimen yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat dibuat tabel hasil uji temperatur, seperti terlihat pada tabel berikut.



Gambar 4.13. Data grafik aktual pembakaran pada tungku desalinasi

Berdasarkan data grafik eksperimen diatas diketahui bahwa temperatur dinding tungku maksimal berada pada menit ke-50 yaitu sebesar 80°C. Sedangkan data simulasi *software solidwork* yaitu sebesar 72°C, hal ini disebabkan pada saat pengujian eksperimen dilakukan pada saat siang hari dan menyebabkan kenaikan suhu akibat panas radiasi yang terjadi saat pengujian eksperimen.

Dari kedua pengujian temperatur pada dinding tungku desalinasi, dapat ditarik kesimpulan pengujian tidak bisa mencapai temperatur yang sama pada pengujian simulasi *software solidwork*. hal ini disebabkan oleh beberapa sebab diantaranya :

1. Lokasi pada saat pengujian dilakukan siang hari saat panas terik matahari, sehingga menyebabkan terjadinya kenaikan suhu pada dinding tungku alat desalinasi.



Gambar 4.14. Pengujian dilakukan saat siang hari

Pada gambar 4.14 dapat dilihat saat pengujian dilakukan saat siang hari dan suhu lingkungan saat itu adalah 36°C . Sehingga mempengaruhi suhu dinding tungku alat desalinasi.

2. Isolator pada bagian dinding pintu alat desalinasi kurang tebal, sehingga dinding tungku terjadi perubahan warna akibat panas yang mengalir ke pelat dinding tungku lebih besar dibanding dinding tungku lainnya.



Gambar 4.15. Permukaan dinding tungku mengalami perubahan warna akibat panas yang mengalir lebih besar.

Hal-hal tersebut merupakan salah satu penyebab dari tidak tercapainya temperatur hasil eksperimen dengan hasil simulasi menggunakan *software solidwork*.

BAB V

KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Pada hasil volume air yang dihasilkan selama 60 menit pada tangki yang berisikan 70 liter air laut, hanya 4 liter yang mengalami proses destilasi dan dari air yang terproses destilasi hanya menghasilkan air sebanyak 1 liter, sedangkan 3 liter air sisanya menjadi uap yang terbang, air yang terbang tersebut menjadi buih-buih dan kembali lagi ke dalam tangki dan menjadi uap di dalam tangki.
2. Hasil pengujian pada cut plot dan surface dapat diketahui melalui potongan dari sebuah bangun yang menunjukkan hasil uji dari distribusi aliran udara dapat bersirkulasi dengan baik.
3. Hasil pengujian menggunakan software solidwork pada bata ringan di dapat temperatur awal pada detik ke 600 yaitu 72°C dan temperatur maksimal pada detik ke 3600 yaitu 124°C .
4. Hasil pengujian *density* pada simulasi *software solidwork* dapat diketahui bahwa terjadi penurunan *density* atau berat jenis, hal ini dikarenakan ketika dalam proses pembakaran tungku destilasi, bata ringan memuai sehingga semen mortar yang melapisi bata ringan pecah.
5. Laju aliran kalor tertinggi berada pada lapisan dinding tungku bagian belakang yaitu sebesar 518,4 J, pada lapisan dinding tungku bagian samping yaitu 415,9 J dan pada lapisan dinding tungku bagian depan

yaitu 311,3 J sedangkan laju aliran kalor terkecil berda pada lapisan dinding tungku bagian pintu dimana laju aliran kalornya sebesar 293,7 J. Dimana lapisan dinding tungku bagian belakang lebih besar laju aliran kalornya, hal ini berarti semakin tinggi volume bata ringan maka semakin tinggi laju aliran kalor dari bata ringan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Barbu, Cornel. (2009). *Electrician in North America*. Canada.
- Holman, J.P. (1991). *Perpindahan Kalor*. Jakarta: Erlangga.
- M.J. Djokosetyardjo.Ir. 2003. *Ketel Uap*. Jakarta: Pradnya Parmita.
- Latifah, Nur Laela. (2015). *Fisika Bangunan 1*. Jakarta: Griya Kreasi (Penebar Swadaya Group).
- Lutfi. (2006). *IPA Kimia 1 SMP dan MTs untuk Kelas VII*. Jakarta: Erlangga.
- Mulyana, Cukup. (2014). *Perhitungan Heat Loss Pada Pipa Transmisi Uap di PLTU Cilacap*. Yogyakarta.
- Nurhayati, rahayu & Jodhi Pramuji Giriarsa. (2011). *Kamus Kimia SMA*. Jakarta: Gagas Media.
- Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri, UNEP, 2006.
- Rossalia, Dewi, dkk. (2014). *99% Lulus UN SMP 2015*. Jakarta: Cmedia.
- Said, Nusa, Idaman. *Pengolahan Air Payau Menjadi Air Minum Dengan Teknologi Reserve Osmosis*.
- Sugiato, Teguh & Eni Ismawati., (2008). *Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.

LAMPIRAN

Lampiran 1

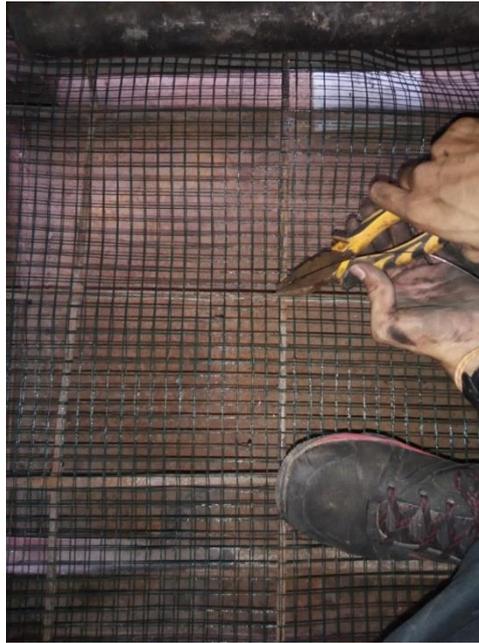
a. Foto Pengerjaan Tungku Alat Desalinasi



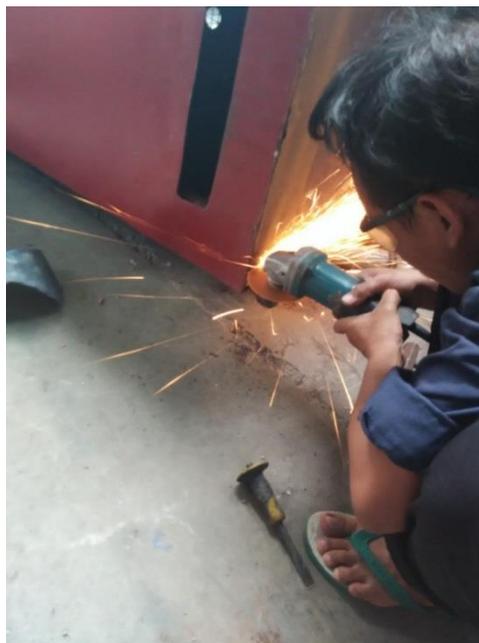
Gambar 1. Proses pengelasan pada bodi tungku alat desalinasi.



Gambar 2. Proses pengelasan pada pipa heater



Gambar 3. Proses pemasangan jaring penyangga bahan bakar pada tungku alat desalinasi



Gambar 4. Proses penggerindaan untuk menghaluskan hasil pengelasan pada bodi tungku alat desalinasi



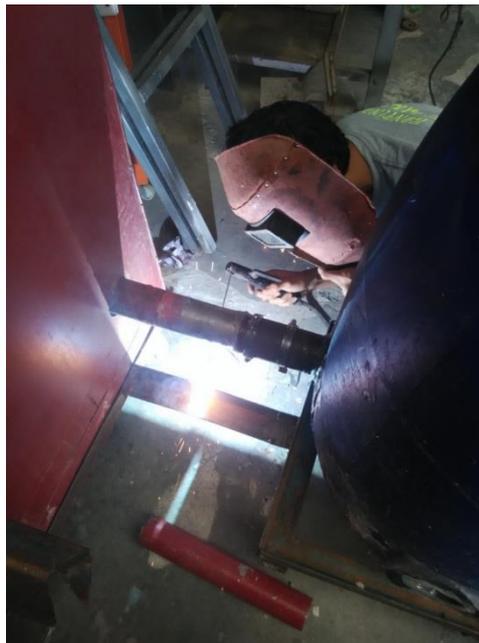
Gambar 5. Proses pelapisan bata ringan dengan semen mortar



Gambar 6. Proses Pemasangan bata ringan pada bodi sisi dalam tungku alat desalinasi



Gambar 7. Proses penambalan pada bak penampungan dengan menggunakan perekat silicon



Gambar 7. Proses penyambungan saluran air bak penampungan dengan tungku alat desalinasi



Gambar 8. Proses pembuatan alas roda tungku alat desalinasi

b. Foto Hasil Pembuatan Tungku Desalinasi



Gambar 9. Hasil pemasangan bata ringan pada sisi dalam tungku alat desalinasi



Gambar 10. Hasil rancang bangun ulang tungku alat desalinasi

c. Alat Ukur



Gambar 11. Clam meter

Lampiran 2

- a. Perhitungan laju aliran kalor pada dinding tungku bagian belakang

Diketahui :

Pelat besi dengan :

$$\text{Tebal} = 1,2 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang} = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Konduktifitas thermal} = 43 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

Bata ringan dengan :

$$\text{Tebal} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang} = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Konduktifitas thermal} = 0,5 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu permukaan bata ringan dalam} = 124^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu permukaan bata ringan luar} = 72^\circ\text{C}$$

$$Q = \frac{\Delta t}{\frac{\Delta x \text{ bata}}{k \text{ bata} \cdot A \text{ bata}} + \frac{\Delta x \text{ pelat}}{k \text{ pelat} \cdot A \text{ pelat}}}$$

$$Q = \frac{72^\circ\text{C} - 124^\circ\text{C}}{\frac{0,05 \text{ m}}{0,5 \frac{\text{W}}{\text{m}}^\circ\text{C} \cdot 1 \text{ m}^2} + \frac{0,0012 \text{ m}}{43 \frac{\text{W}}{\text{m}}^\circ\text{C} \cdot 1 \text{ m}^2}}$$

$$Q = \frac{72 - 124}{\frac{0,05}{0,5} + \frac{0,0012 \text{ m}}{43}}$$

$$Q = \frac{-52}{0,1 + 0,000028}$$

$$Q = 518,5 \text{ J}$$

b. Perhitungan laju aliran kalor pada dinding tungku bagian sisi samping

Diketahui :

Pelat besi dengan :

$$\text{Tebal} = 1,2 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang} = 800 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Konduktifitas thermal} = 43 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

Bata ringan dengan :

$$\text{Tebal} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang} = 800 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Konduktifitas thermal} = 0,5 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu permukaan bata ringan dalam} = 124^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu permukaan bata ringan luar} = 72^\circ\text{C}$$

$$Q = \frac{\Delta t}{\frac{\Delta x \text{ bata}}{k \text{ bata} \cdot A \text{ bata}} + \frac{\Delta x \text{ pelat}}{k \text{ pelat} \cdot A \text{ pelat}}}$$

$$Q = \frac{72^\circ\text{C} - 124^\circ\text{C}}{\frac{0,05 \text{ m}}{0,5 \frac{\text{W}}{\text{m}}^\circ\text{C} \cdot 0,8 \text{ m}^2} + \frac{0,0012 \text{ m}}{43 \frac{\text{W}}{\text{m}}^\circ\text{C} \cdot 0,8 \text{ m}^2}}$$

$$Q = \frac{72 - 124}{\frac{0,05}{0,4} + \frac{0,0012 \text{ m}}{34,4}}$$

$$Q = \frac{-52}{0,125 + 0,000035}$$

$$Q = 415,9 \text{ J}$$

c. Perhitungan laju aliran kalor pada dinding tungku bagian sisi depan

Diketahui :

Pelat besi dengan :

$$\text{Tebal} = 1,2 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang} = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 600 \text{ mm}$$

$$\text{Konduktifitas thermal} = 43 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

Bata ringan dengan :

$$\text{Tebal} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang} = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 600 \text{ mm}$$

$$\text{Konduktifitas thermal} = 0,5 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu permukaan bata ringan dalam} = 124^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu permukaan bata ringan luar} = 72^\circ\text{C}$$

$$Q = \frac{\Delta t}{\frac{\Delta x \text{ bata}}{k \text{ bata} \cdot A \text{ bata}} + \frac{\Delta x \text{ pelat}}{k \text{ pelat} \cdot A \text{ pelat}}}$$

$$Q = \frac{72^\circ\text{C} - 124^\circ\text{C}}{\frac{0,05 \text{ m}}{0,5 \frac{\text{W}}{\text{m}}^\circ\text{C} \cdot 0,6 \text{ m}^2} + \frac{0,0012 \text{ m}}{43 \frac{\text{W}}{\text{m}}^\circ\text{C} \cdot 0,6 \text{ m}^2}}$$

$$Q = \frac{72 - 124}{\frac{0,05}{0,3} + \frac{0,0012 \text{ m}}{25,8}}$$

$$Q = \frac{-52}{0,167 + 0,000047}$$

$$Q = 311,3 \text{ J}$$

d. Perhitungan laju aliran kalor pada dinding tungku bagian sisi pintu

Diketahui :

Pelat besi dengan :

$$\text{Tebal} = 1,2 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang} = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 565 \text{ mm}$$

$$\text{Konduktifitas thermal} = 43 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

Bata ringan dengan :

$$\text{Tebal} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang} = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 565 \text{ mm}$$

$$\text{Konduktifitas thermal} = 0,5 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu permukaan bata ringan dalam} = 124^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu permukaan bata ringan luar} = 72^\circ\text{C}$$

$$Q = \frac{\Delta t}{\frac{\Delta x \text{ bata}}{k \text{ bata} \cdot A \text{ bata}} + \frac{\Delta x \text{ pelat}}{k \text{ pelat} \cdot A \text{ pelat}}}$$

$$Q = \frac{72^\circ\text{C} - 124^\circ\text{C}}{\frac{0,05 \text{ m}}{0,5 \frac{\text{W}}{\text{m}}^\circ\text{C} \cdot 0,565 \text{ m}^2} + \frac{0,0012 \text{ m}}{43 \frac{\text{W}}{\text{m}}^\circ\text{C} \cdot 0,565 \text{ m}^2}}$$

$$Q = \frac{72 - 124}{\frac{0,05}{0,2825} + \frac{0,0012 \text{ m}}{24,295}}$$

$$Q = \frac{-52}{0,177 + 0,00005}$$

$$Q = 293,7 \text{ J}$$

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Tri Wiyatno, lahir di Jakarta pada tanggal 27 November 1988. Anak ke-3 dari 4 bersaudara, dari pasangan Bapak Ngadiman dan Ibu Paryati. Beralamat di Jl. P. Komarudin RT 003, RW 05, No. 151, Pulogebang, Cakung, Jakarta Timur, DKI Jakarta.

Jenjang Pendidikan yang dijalani oleh penulis sebagai berikut :

Lulus SD Negeri 03 Jakarta pada tahun 2001, kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Pertama Negeri 138 Jakarta dan lulus pada tahun 2004. Selanjutnya masuk Sekolah Menengah Kejuruan Tinggi 26 Jakarta dan lulus pada tahun 2008. Melanjutkan ke Program Studi Strata Satu (S1) Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.