

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Perancangan**

Perancangan adalah kegiatan awal dari suatu rangkaian dalam proses pembuatan produk. Tahap perancangan tersebut dibuat atas keputusan penting yang mempengaruhi kegiatan-kegiatan lain yang menyusulnya. Maksudnya adalah apabila perancang akan mendesain sebuah produk, maka hal pertama yang dilakukan adalah membuat atau merancang desain. Desain berupa gambar skets, gambar skets ini dibuat dengan maksud untuk menuangkan ide dan gagasan awal kemudian gambar skets digambar kembali dengan aturan gambar sesuai standar atau gambar kerja (Erwanto, 2021).

Perancang dan pembuatan produk adalah dua kegiatan yang saling terkait, artinya rancangan hasil kerja perancang tidak ada gunanya jika rancangan tersebut tidak dibuat, sebaliknya pembuat tidak dapat merealisasikan benda teknik tanpa terlebih dahulu dibuat gambar rancangannya, jadi hasil akhir dari seorang perancang adalah gambar rancangan produknya. Rancang adalah kegiatan yang memiliki tujuan untuk mendesain system baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan yang diperoleh dari pemilihan alternatif system yang terbaik (Ficki, 2022)

Pengertian rancang bangun adalah proses pembangunan system untuk menciptakan system baru maupun mengganti atau memperbaiki system yang telah ada baik secara keseluruhan maupun hanya sebagian. Dalam merancang bangun

produk yang baik, ditentukan oleh beberapa aspek yaitu kualitas produk yang dihasilkan, biaya lebih rendah, waktu pengembangan, biaya pengembangan, dan kemampuan pengembangan. Selanjutnya dari beberapa aspek produk diatas dikembangkan menjadi satu persyaratan dalam merancang bangun, yaitu rancangan harus dapat dirakit, didaur ulang, diproduksi, diperiksa hasilnya, bebas korosi, biaya rendah, serta waktu yang tepat (Soeleman & Jumadi, 2017)

Dalam merancang suatu struktur, ditetapkan prosedur pemilihan suatu material yang sesuai dengan kondisi aplikasinya. Kekuatan bahan bukan kriteria satu-satunya yang harus dipertimbangkan dalam perancangan struktur. Kekakuan suatu bahan sama dengan pentingnya dengan derajat lebih kecil, sifat seperti kekerasan, ketangguhan merupakan penetapan pemilihan bahan.

Beberapa sifat yang menentukan kualitas bahan struktur antara lain:

1. Kekuatan (*strength*) adalah kemampuan bahan untuk menahan tegangan tanpa terjadi kerusakan.
2. Elastisitas (*elasticity*) adalah kemampuan bahan untuk kembali ke ukuran dan bentuk asalnya, setelah gaya luar dilepas. Sifat ini sangat penting pada semua struktur yang mengalami beban berubah-ubah.
3. Kekakuan (*stiffness*) adalah sifat yang didasarkan pada sejauh mana bahan mampu menahan perubahan bentuk.
4. Keuletan (*ductility*) adalah sifat dari bahan yang memungkinkan bisa dibentuk secara permanen melalui perubahan bentuk yang besar tanpa terjadi kerusakan. Sifat ulet sangat diperlukan untuk bahan yang mengalami beban secara tiba-tiba (Soeleman & Jumadi, 2017).

## 2.2 Boiler

Boiler merupakan mesin kalor (thermal engineering) yang mentransfer energi-energi kimia atau energi otomis menjadi kerja (usaha) (Muin 1988 : 28).

Boiler atau ketel uap adalah suatu alat berbentuk bejana tertutup yang digunakan untuk menghasilkan steam. Steam diperoleh dengan memanaskan bejana yang berisi air dengan bahan bakar (Yogie, 2018)

Boiler mengubah energi-energi kimia menjadi bentuk energi yang lain untuk menghasilkan kerja. Boiler dirancang untuk melakukan atau memindahkan kalor dari suatu sumber pembakaran, yang biasanya berupa pembakaran bahan bakar.

Boiler berfungsi sebagai pesawat konversi energi yang mengkonversikan energi kimia (potensial) dari bahan bakar menjadi energi panas.

Boiler terdiri dari 2 komponen utama, yaitu :

1. Dapur sebagai alat untuk mengubah energi kimia menjadi energi panas.
2. Alat penguap (*evaporator*) yang mengubah energi pembakaran (energi panas) menjadi energi potensial uap (energi panas).

Komponen tersebut dia atas telah dapat untuk memungkinkan sebuah boiler untuk berfungsi. Boiler pada dasarnya terdiri dari bumbungan (drum) yang tertutup pada ujung pangkalnya dan dalam perkembangannya dilengkapi dengan pipa api maupun pipa air. Banyak orang mengklasifikasikan ketel uap tergantung kepada sudut pandang masing-masing (Effendy, 2013).

Boiler diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Berdasarkan fluida yang mengalir dalam pipa, maka boiler diklasifikasikan menjadi:

a. Boiler pipa api (*fire tube boiler*)

Boiler jenis ini pada bagian tubenya dialiri dengan gas pembakaran dan bagian lainnya yaitu shell dialiri air yang akan diuapkan. Tube-tubunya langsung didinginkan oleh air yang melindunginya. Jumlah pass dari boiler tergantung dari jumlah laluan horizontal dari gas pembakaran diantara *furnace* dan pipa-pipa api. Laluan gas pembakaran pada *furnace* dihitung sebagai pass pertama. Boiler jenis ini banyak dipakai untuk industri pengolahan mulai skala kecil sampai skala menengah.

b. Boiler pipa air (*water tube boiler*)

Boiler jenis ini banyak dipakai untuk kebutuhan uap skala besar. Prinsip kerja dari boiler pipa air berkebalikan dengan pipa api, gas pembakaran dari *furnace* dilewatkan ke pipa-pipa yang berisi air yang akan diuapkan.

2. Berdasarkan pemakaiannya, boiler dapat diklasifikasikan menjadi:

a. Boiler stasioner (*stationer boiler*) atau boiler tetap.

Boiler stasioner ialah boiler yang didudukkan diatas fundasi yang tetap, seperti boiler untuk pembangkit tenaga, untuk industri dan lain-lain yang sepertinya.

b. Boiler mobil (*mobile boiler*), boiler pindah atau *portable boiler*.

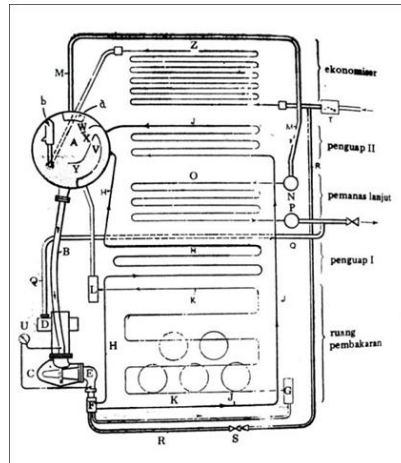
Boiler mobil, ialah boiler yang dipasang pada fundasi yang berpindah pindah (*mobile*), seperti boiler lokomotif, loko mobil dan boiler panjang serta lain yang sepertinya termasuk boiler kapal (*marine boiler*).

3. Berdasarkan letak dapur (*furnace position*), boiler diklasifikasikan menjadi:
  - a) Boiler dengan pembakaran didalam (*internally fired steam boiler*).
  - b) Boiler dengan pembakaran di luar (*outernally fired steam boiler*).
4. Menurut jumlah lorong (*boiler tube*), boiler diklasifikasikan menjadi:
  - a) Boiler dengan lorong tunggal (*single tube steam boiler*).
  - b) Boiler dengan lorong ganda (*multitubuler steam boiler*).
5. Menurut poros tutup *drum (shell)*, boiler diklasifikasikan menjadi:
  - a) Boiler tegak (*vertical steam boiler*).
  - b) Boiler mendatar (*horizontal steam boiler*).
6. Menurut bentuk dan letak pipa, boiler diklasifikasikan menjadi:
  - a) Boiler dengan pipa lurus, bengkok dan berlekuk (*straight, bent and sinous tubuler heating surface*).
  - b) Boiler dengan pipa miring-datar dan miring-tegak (*horizontal, inclined or vertical tubuler heating surface*).
7. Menurut sistem peredaran air boiler (*water circulaion*), keteluaap diklasifikasikan sebagai:
  - a) Boiler dengan peredaran alam (*natural circulation steam boiler*).

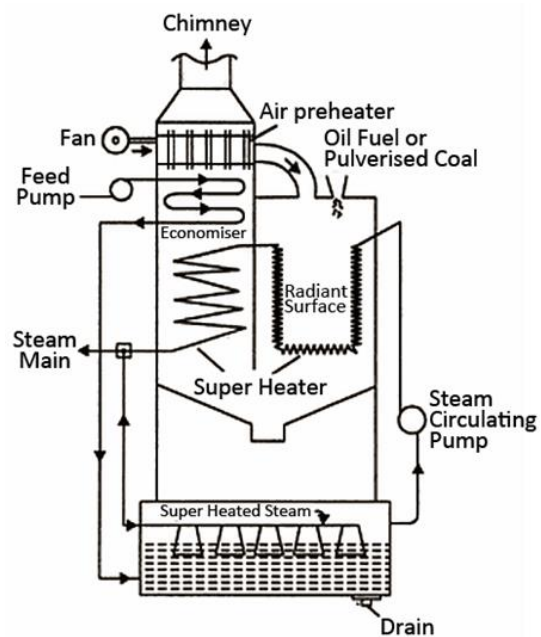
Pada *natural circulation boiler*, peredaran air dalam boiler terjadi secara alami, yaitu air yang ringan naik sedang air yang berat turun, sehingga terjadilah aliran konveksi alami.

b) Boiler dengan peredaran paksa (*forced circulation steam boiler*).

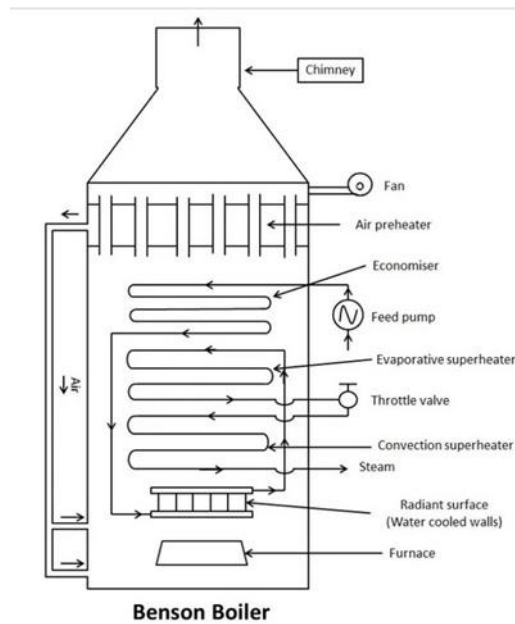
Pada ketel dengan aliran paksa (*forced circulation steam boiler*), aliran paksa diperoleh dari sebuah pompa sentrifugal yang digerakkan dengan *electric motor*.



Gambar 2.1 La Mont Boiler  
(Yogie, 2018)



Gambar 2.2 Loeffler Boiler  
(Yogie, 2018)



Gambar 2.3 Benson Boiler  
(Yogie, 2018)

### 2.2.1 Klasifikasi Ketel Uap

Secara umum ketel dibedakan dalam dua golongan utama yaitu ketel pipa api (*Fire Tube Boiler*) dan ketel pipa air (*Water Tube Boiler*). Untuk membedakan secara terperinci, ketel dapat digolongkan menurut peninjauan dari berbagai segi terhadap ketel tersebut yakni :

### 2.2.2 Menurut Isi Pipanya

#### 1. Ketel Pipa Api (*Fire Tube Boiler*)

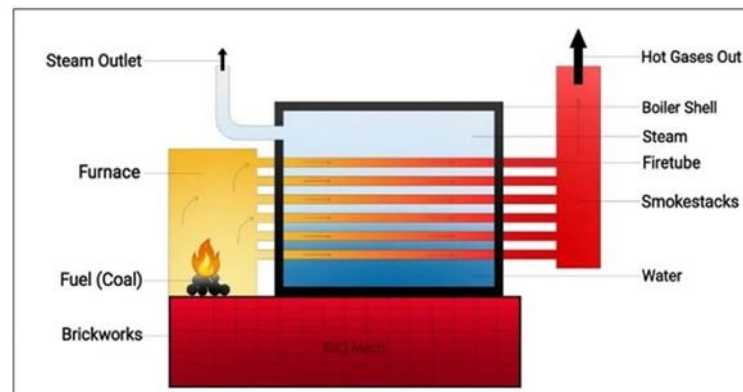
Pada ketel jenis ini api dan gas panas yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar mengalir melalui pipa - pipa yang dikelilingi oleh air yang berfungsi sebagai penyerap panas. Panas dihantarkan melalui dinding - dinding pipa dari gas - gas panas ke air disekelilingnya. Boiler pipa api dapat menggunakan bahan bakar minyak, gas, dan bahan bakar padat.

Boiler pipa api memiliki keuntungan sebagai berikut :

1. Konstruksi yang relatif lebih kuat.
2. Biaya Perawatan Murah.
3. Pengoperasian dan perawatan mudah.
4. Flexibilitas dalam pengaturan dan perubahan beban pada saat pengoperasiannya.

Akan tetapi, terdapat juga beberapa hal yang tidak menguntungkan diantaranya:

1. Kapasitas kecil.
2. Efisiensi termal mudah.
3. Lambat mencapai tekanan kerja maksimum.



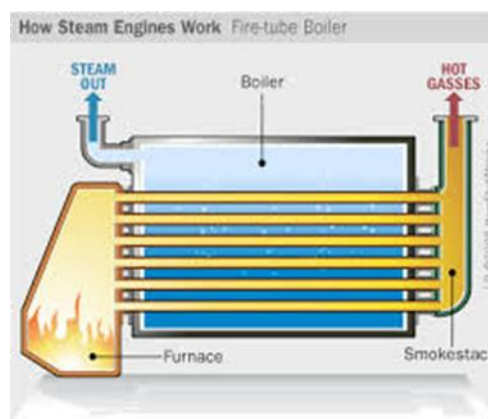
Gambar 2.4 Bagan Ketel Pipa Api  
(Effendy, 2013)

c) Ketel Pipa Air (*Water Tube Boiler*)

Ketel pipa air ini adalah ketel yang peredaran airnya terjadi didalam pipa-pipa yang dikelilingi oleh nyala api dan gas panas dari luar susunan pipa. Kontruksi pipa-pipa yang dipasang didalam ketel dapat berbentuk lurus (*Straight Tube*) dan juga dapat berbentuk pengkolan (*Bend Tube*) tergantung dari jenis ketelnya. Pipa-pipa



yang lurus dipasang secara paralel didalam ketel dihubungkan dengan *Header*, kemudian *Header* tersebut dihubungkan dengan bejana uap yang dipasang secara horizontal diatas susunan pipa. Susunan pipa diantara kedua Header mempunyai kecondongan tertentu (sekitar  $15^\circ$  dari garis datar) hal ini dimaksudkan agar dapat menimbulkan peredaran air dalam ketel. Contoh ketel yang termasuk kedalam golongan ini adalah Ketel *Benson*, Ketel *Babcock and Wilcox*, Ketel *Lamont*, Ketel *Yarrow*, dan Ketel *Loeffer*. Ketel pipa air ini terbilang ketel yang dibuat untuk kapasitas besar dimana industri – industri besar yang memerlukan pasokan listrik besar menggunakan model ketel pipa air untuk menjadi penghasil steam guna membangkitkan listrik. Dalam segi perawatan juga ketel pipa air lebih susah daripada ketel pipa api yang lebih praktis. Ketel pipa air ini membutuhkan.



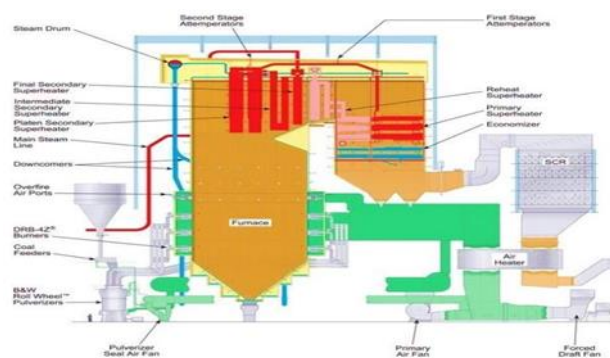
Gambar 2.5 Ketel pipa air  
(Effendy 2013)

## 2.3 Komponen Utama PLTU

### 2.3.1 Boiler Ketel Uap

Boiler adalah suatu perangkat mesin yang berfungsi untuk merubah air menjadi uap. Proses perubahan air menjadi uap dilakukan dengan memanaskan air yang berada didalam pipa-pipa dengan panas hasil pembakaran bahan bakar. Proses

pembakaran dilakukan secara *continue* didalam ruang bakar dengan mengalirkan bahan bakar dan udara dari luar. Uap yang dihasilkan adalah uap superheat dengan tekanan dan temperatur yang tinggi. Jumlah produksi uap tergantung pada luas permukaan pemindah panas, laju aliran, dan panas pembakaran yang diberikan. Boiler yang konstruksinya terdiri dari pipa-pipa berisi air disebut water tube boiler (boiler pipa air).

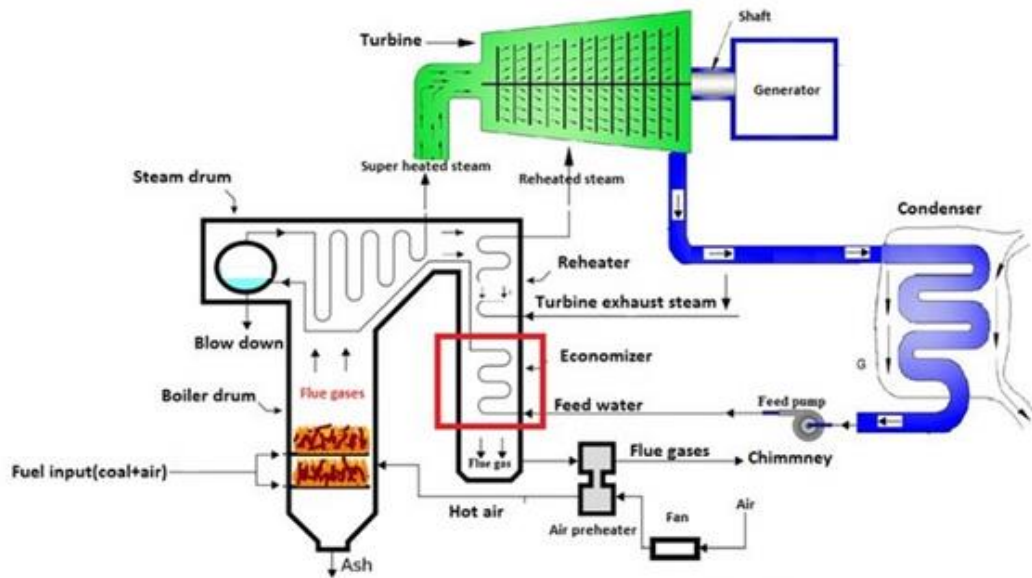


Gambar 2.6 Boiler

(Sumber : <https://Boiler,production/steam>)

### 2.3.2 Economizer

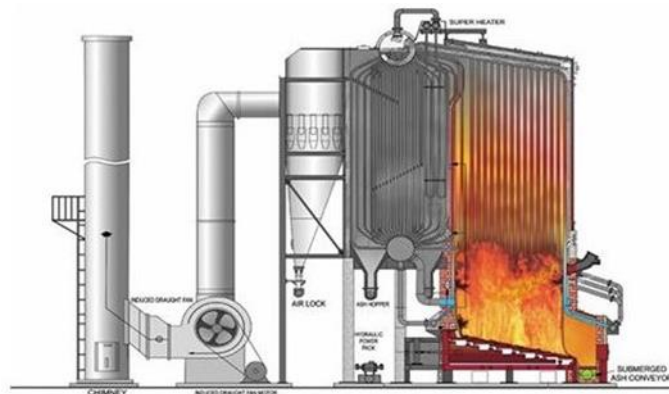
*Economizer* atau pemanas awal berfungsi untuk memanaskan air pengisi ketel sebelum masuk ke boiler. Pemanasan awal ini perlu yaitu untuk meningkatkan efisiensi ketel dan juga agar tidak terjadi perbedaan temperatur yang besar di dalam boiler yang dapat mengakibatkan keretakan dinding boiler.



Gambar 2.7 Eeconomizer  
(Sumber: <https://www.researchgate.net/figure>)

### 2.3.3 Ruang Bakar (*Furnance*)

Ruang bakar adalah bagian dari boiler yang dindingnya terdiri dari pipa-pipa air. Pada sisi bagian depan terdapat sembilan burner yang letaknya terdiri atas tingkat tersusun secaramen datar.



Gambar 2.8 Ruang Bakar  
(Sumber: <https://www.onchemicals.com/solusi>)

## 2.4 Teori Dasar Pembentukan Uap

Uap air adalah sejenis fluida yang merupakan fase gas dari air, bila mengalami pemanasan sampai temperatur didih di bawah tekanan tertentu. Uap air tidak berwarna, bahkan tidak terlihat bila dalam keadaan murni kering. Uap air pertama sekali dipakai sebagai fluida kerja oleh James Watt yang terkenal sebagai penemu Mesin Uap Torak. Uap air tidak mengikuti hukum-hukum gas sempurna, sampai dia benar-benar kering (kadar uap 100%). Bila uap kering dipanaskan lebih lanjut maka dia menjadi uap adipanas (panas lanjut) dan selanjutnya dapat dianggap sebagai gas sempurna.

Proses pembentukan uap air bila di atas sekeping logam terdapat beberapa tetes air dan kita perhatikan molekul-molekul air tersebut, temperatur air pada saat itu adalah  $T_0$  Kelvin atau  $T_0$  Celcius. Molekul-molekul air tersebut bergerak bebas kesana kemari dalam lingkungan (dalam lingkungan air) dengan kecepatan gerak  $V_0$  meter/detik. Molekul-molekul tersebut dalam gerakannya kesana kemari tidak akan dapat meninggalkan lingkungannya, yaitu lingkungan air karena adanya gaya tarik menarik antara molekul-molekul air itu sendiri.

Apabila dibawah kepingan logam tersebut dipasang api (api dari sebatang lilin, korek api dan sebagainya), sedemikian sehingga api tersebut memanaskan kepingan logam yang di atasnya terdapat beberapa tetes air, maka temperatur air tersebut akan naik menjadi  $T_1$  Kelvin, dan ternyata kecepatan gerak dari molekul-molekul air tersebut akan bertambah menjadi  $V_1$  meter/detik, namun belum mampu untuk melepaskan diri dari lingkungannya. Apabila kemudian api yang dipasang dibawah kepingan logam tersebut ditambah besarnya (menjadi api dari dua batang

lilin, dan sebagainya) maka temperatur air diatas kepingan logam tadi akan naik lagi menjadi  $T_2$  Kelvin sedangkan ternyata pula bahwa kecepatan gerak dari molekul-molekul air akan bertambah menjadi  $V_2$  m/detik, namun masih tidak mampu untuk melepaskan diri dari lingkungannya.

Dan bila api yang dipasang dibawah kepingan logam tersebut senantiasa ditambah besarnya, sehingga temperatur air diatas kepingan logam tersebut mencapai  $T_d$  K, sedangkan kecepatan gerak molekul-molekul air tersebut telah mencapai  $V_d$  m/detik, sehingga molekul-molekul air tersebut mampu untuk melepaskan diri dari lingkungannya dan mampu untuk melepaskan diri dari gaya tarik menarik antara molekul-molekul air tersebut. Molekul-molekul air yang melepaskan diri dari lingkungannya tersebut akan berubah menjadi molekul-molekul uap yang kecepatannya melebihi kecepatan gerak molekul-molekul air semula.

Proses yang demikian tadi disebut “Proses Penguapan”. Molekul-molekul air berubah menjadi molekul uap, atau disebut juga bahwa air tersebut sedang “mendidih”, karena permukaan air menjadi bergolak. Temperatur air pada saat itu mencapai “temperatur mendidih” yaitu  $T_d$  Kelvin dan bila api masih saja ditambah besarnya, ternyata bahwa temperatur mendidih  $T_d$  Kelvin tidak akan berubah atau tetap saja besarnya, selama tekanan yang ada diatasnya dipertahankan tetap saja besarnya.

## 2.5 Analisis Efisiensi Ketel Uap

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada laporan tugas akhir ini adalah metode langsung. Secara umum laporan tugas akhir ini akan membahas analisa nilai kalor bahan bakar dan perhitungan efisiensi ketel uap. Efisiensi adalah suatu tingkatan kemampuannya kerja dari suatu alat. Sedangkan efisiensi pada ketel uap atau ketel uap yang didapatkan dari perbandingan antara energi yang dipindahkan atau diserap oleh fluida kerja didalam ketel dengan masukan energi kimia dari bahan bakar.

### 1. Perhitungan Efisiensi ketel uap dengan Metode langsung

Energi yang didapat dari fluida kerja (air dan steam) dibandingkan dengan energi yang terkandung dalam bahan bakar ketel uap. Metodologi ini dikenal juga sebagai metode “input-output” karena kenyataan bahwa metode ini hanya memerlukan keluaran /output (steam) dan panas masuk / input (bahan bakar) untuk evaluasi efisiensi (Puspitasari & Nugraha, 2021)

Untuk penyusunan laporan tugas akhir ini penulis menganalisa dengan metode langsung, dimana penulis mengambil data secara langsung di lapangan meliputi:

- a) Tekanan uap dari *superheater* (bar);
- b) Temperatur *feed water daerator tank* (°C);
- c) Temperatur *steam outlet* (°C);
- d) Jumlah uap yang dihasilkan (ton uap/jam);
- e) Konsumsi bahan bakar (tonBB/jam);

## 2. Proses Pembentukan Uap

Sebagai fluida kerja di ketel uap, umumnya digunakan air karena air bersifat ekonomis, mudah diperoleh, tersedia dalam jumlah yang banyak, serta mempunyai kandungan entalpi yang cukup tinggi bila dibandingkan dengan fluida kerja yang lain. Penguapan adalah proses terjadinya perubahan fasa dari cairan menjadi uap. Apabila panas diberikan pada air, maka suhu air akan naik. Naiknya suhu air akan meningkatkan kecepatan gerak molekul air. Jika panas terus bertambah secara perlahan-lahan, maka kecepatan gerak air akan semakin meningkat pula, hingga sampai pada suatu titik dimana molekul-molekul air akan mampu melepaskan diri dari lingkungannya ( $100^{\circ}\text{C}$ ) pada tekanan 1 [ $\text{kg}/\text{cm}^2$ ], maka air secara berangsur-angsur akan berubah fasa menjadi uap dan hal inilah yang disebut sebagai penguapan.

### a. Kebutuhan Udara Pembakaran

Kebutuhan udara pembakaran didefinisikan sebagai kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk pembakaran 1 kg bahan bakar secara sempurna yang meliputi (Ir. M. J. Djokosetyoardjo, "Ketel Uap", PT. Pradnya Paramita 1989:74):

## 2.6 Perangkat Lunak Solidworks 2016

Solidworks merupakan sebuah perangkat lunak yang mampu menyederhanakan dan memudahkan proses desain dan analisis pada sebuah struktur. Seluruh proses dikerjakan pada satu mesin dan satu perangkat lunak, sehingga transfer data dari satu desain atau perangkat lunak ke mesin atau perangkat lunak yang lain tidak diperlukan. Proses tersebut menyebabkan hilangnya data atau

informasi dapat dihindari serta waktu pada proses analisis menjadi lebih singkat (Ficki and Fauji 2022). Solidworks adalah Software CAD 3D yang dikembangkan oleh Solidworks Cooperation yang sekarang sudah diakuisisi oleh Dassault Systemes. Solidworks merupakan salah satu 3D CAD yang sangat populer saat ini di Indonesia sudah banyak sekali perusahaan-perusahaan.

*Software* CAD yang meliputi *Solidworks* dipercayai sebagai perangkat lunak yang membantu untuk proses mendesain gambar dengan efektif. Di Negara Indonesia sudah banyak perusahaan industri manufaktur yang menerapkan perangkat lunak *SolidWorks*. Keunggulan dari *Software Solidworks* dari Software CAD lainnya adalah sanggup menyediakan sketsa rancangan 2D yang dapat diupgrade menjadi bentuk rancang 3D dan *rendering* yang lebih *realistic* diatas *autodesk* serta pengaplikasiannya sangat mudah dipahami. *Solidworks* digunakan untuk merancangan part pemesinan, susunan part pemesinan berupa *assembling* dan *drawing* 2D untuk presentasi gambar proses pabrikasi atau pemesinan. *SolidWorks* banyak digunakan untuk merancang elemen seperti roda gigi, mesin kendaraan, casing ponsel dan lain-lain. Berbagai macam fitur yang tersedia didalam *SolidWorks* lebih *easy-to-use* dibanding dengan aplikasi CAD lainnya. Terutama untuk mahasiswa yang sedang menjalankan pendidikan di jurusan teknik sipil, teknik industri dan teknik mesin sangat disarankan untuk mempelajari *software solidworks* (Faisal 2021).

Sebagai perangkat lunak yang disiapkan untuk proses perancangan menggunakan Solildworks memiliki beberapa keunggulan yakni :



- a. Kualitas gambar 3D dan hasil rendering sangat realistis dibandingkan software CAD lainnya.
- b. Solidworks lebih umum digunakan khususnya di industri-industri wilayah Asia sebagai software CAD, dibuktikan dengan luasnya forum komunitas.
- c. Lebih banyak mendukung format file CAD (parasolid, igs, step, dan sebagainya) untuk di buka dan bisa di edit secara bebas.
- d. Memiliki tingkat kerumitan berada di level tengah sehingga lebih banyak fitur-fitur khusus yang bisa didapatkan, dibandingkan dengan competitor nya, Solidworks lebih kompleks untuk hal CAD.
- e. Memiliki fitur CAM bawaan, tidak seperti software CAD pada umumnya yang memisahkan software CAD dan CAM (Faisal 2021).

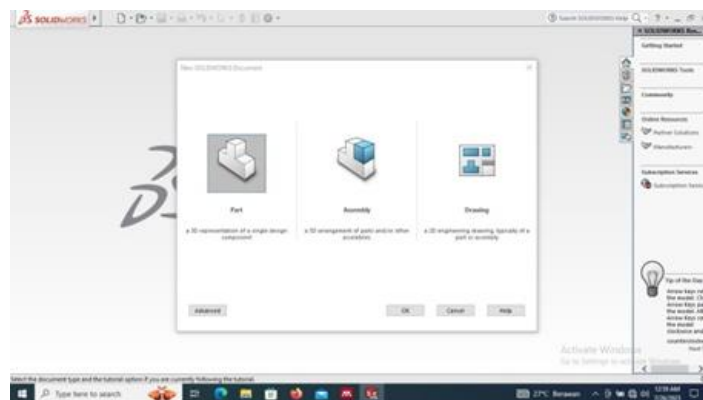


Gambar 2.9 Tampilan Solidworks 2016  
(Dokumentasi, 2023)

*Solidworks* merupakan *Software* yang digunakan untuk membuat desain produk dari yang sederhana sampai yang kompleks seperti roda gigi, *cashing handphone*, mesin mobil. *Software* ini merupakan salah satu opsi diantara design *Software* lainnya sebut saja *Catia*, *Inventor*, *Autocad*, dan lainnya. Namun bagi yang berkecimpung dalam dunia teknik khususnya teknik mesin dan teknik industri,

file ini wajib dipelajari karena sangat sesuai dan prosesnya lebih cepat daripada harus menggunakan *autocad*. File dari *solidworks* ini bisa di ekspor ke *software* analisis semisal *Ansys*, *flovent*. Desain kita juga bisa disimulasikan, dianalisis kekuatan dari desain secara sederhana, maupun dibuat animasinya.

*Solidworks* dalam penggambaran / pembuatan model 3D menyediakan *feature-based*, *parametric solid modeling*. *Feature-based* dan *parametric* ini yang akan sangat mempermudah bagi penggunanya dalam membuat model 3D (Faisal 2021). Software *Solidworks* memiliki 3 macam *mode* untuk merancang desain, yaitu:



Gambar 2.10 Macam template/mode dari Solidworks (Dokumentasi, 2023)

## 2.7 Fungsi *Solidworks*

*Solidworks* dipakai banyak orang untuk membantu desain benda atau bangunan sederhana hingga yang kompleks. *Solidworks* banyak digunakan untuk merancang roda gigi, mesin mobil, casing ponsel dan lain-lain. Fitur yang tersedia dalam *Solidworks* lebih *easy-to-use* dibanding dengan aplikasi CAD lainnya. Bagi mahasiswa yang sedang menempuh pendidikan di jurusan teknik sipil, teknik industri dan teknik mesin sangat disarankan untuk mempelajari *Solidworks*. Karena

*Solidworks* sangat sesuai dengan kebutuhan mahasiswa yang mengambil tiga jurusan tersebut dan yang paling utama proses penggunaan *Solidworks* lebih cepat dibanding vendor-vendor *software CAD* lain yang lebih dulu hadir. Anda juga dapat melakukan simulasi pada desain yang Anda buat dengan *Solidworks*. Analisis kekuatan desain juga dapat dilakukan secara sederhana dengan *Solidworks*. Dan yang paling penting, anda dapat membuat desain animasi menggunakan fitur yang telah disediakan *Solidworks*.

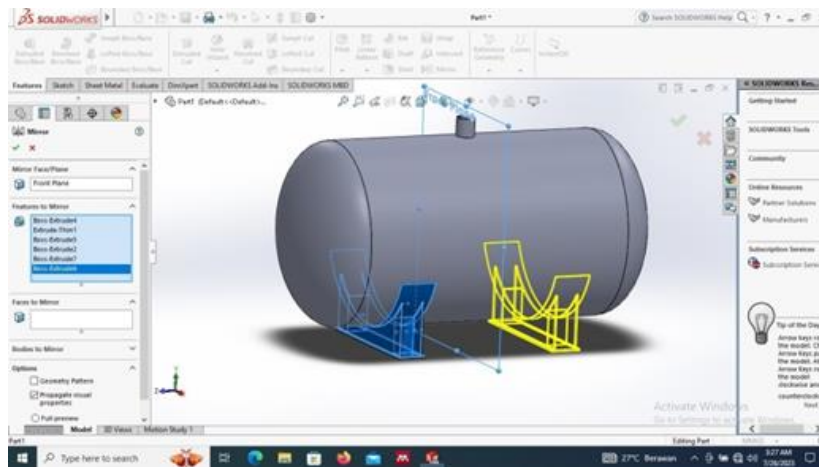
## **2.8 Keunggulan *Solidworks***

Beberapa keunggulan membuat gambar teknik menggunakan *Solidworks* sebagai berikut :

1. Software ini cukup mudah dioperasikan.
2. Dapat membantu mengurangi kesalahan dalam mendesain.
3. Dapat mendimulasikan gerakan hasil desain.
4. Dapat menganalisis tegangan, beban, pengaruh suhu, cuaca, dan sebagainya hasil desain dengan mudah tanpa menggunakan *software* lain.
5. Dapat membuat program untuk proses manufaktur denan *CNC* atau robot industri dengan bantuan *software* lain seperti *Mastercam*, *Robotcam*, *Delcam*, dsb.
6. Biaya produksi yang harus dikeluarkan menjadi berkurang karena proses yang terencana.

## 2.9 Parting

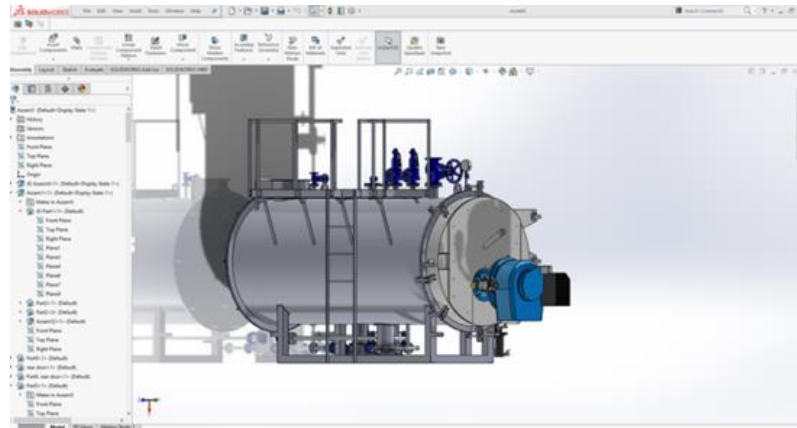
*Part* adalah sebuah object 3D yang terbentuk dari *feature – feature*. Sebuah *part* bisa menjadi sebuah komponen pada suatu *assembly*, dan juga bisa digambarkan dalam bentukan 2D pada sebuah *drawing*. *Feature* adalah bentukan dan operasi – operasi yang membentuk *part*. *Base feature* merupakan *feature* yang pertama kali dibuat. *Extension file* untuk *part solidworks* adalah SLDPRT. *Part* memiliki fungsi untuk menggambarkan sebuah sketsa dalam bentuk 2D dan 3D sebuah komponen (Faisal 2021).



Gambar 2.11 Tampilan part  
(Dokumentasi, 2023)

## 2.10 Assembly

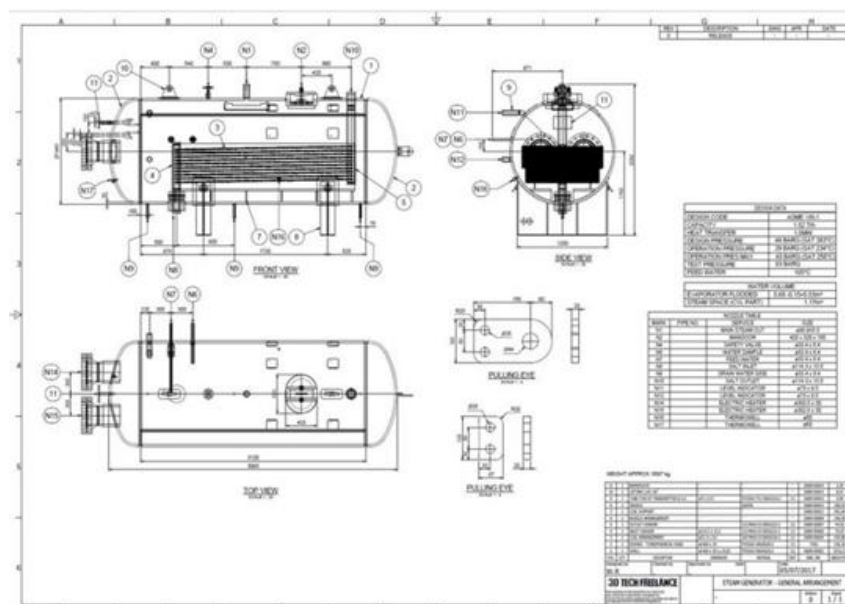
*Assembly* adalah sebuah document dimana *parts*, *feature* dan *assembly* lain (*Sub Assembly*) dipasang/disatukan bersama. *Extension file* untuk *solidworks assembly* adalah SLDASM. mode ini memiliki fungsi untuk menyusun atau menyatukan komponen-komponen yang sudah digambarkan pada mode *part* (Faisal 2021).



Gambar 2.12 Tampilan *Assembly*  
(Dokumentasi, 2023)

## 2.11 *Drawing*

*Drawing* adalah templates yang digunakan untuk membuat gambar kerja 2D/2D *engineering drawing* dari *single component* (part) maupun *assembly* yang sudah kita buat. *Extension file* untuk *solidworks drawing* adalah *SLDDRW*. *Drawing* memiliki fungsi untuk membuat desain secara detail dan komponen yang sudah bentuk gambar pada mode *part* dan mode *assembly* (Faisal 2021).



Gambar 2.13 Tampilan *Drawing*  
(Dokumentasi, 2023)

## 2.12 Animasi

Dengan *software solidworks* kita bisa membuat animasi dalam bentuk video rancangan desain produk yang akan kita buat. Pada *Solidworks* terdapat *Exploded view* yang memiliki fungsi membuat animasi dengan mekanisme memindahkan satu per satu komponen atau *part* yang ada pada sebuah desain produk *assembly*. *Toolbar exploded view* yang berada di kiri *interface* dan akan muncul jika klik *icon exploded view* pada *toolbar assembly*. Pada *toolbar* ini terdapat *exploded step* yang merupakan urutan dari pergerakan *exploded view* yang akan dibuat (Anon 2021).



Gambar 2.14 Exploded view  
(Dokumentasi, 2023)