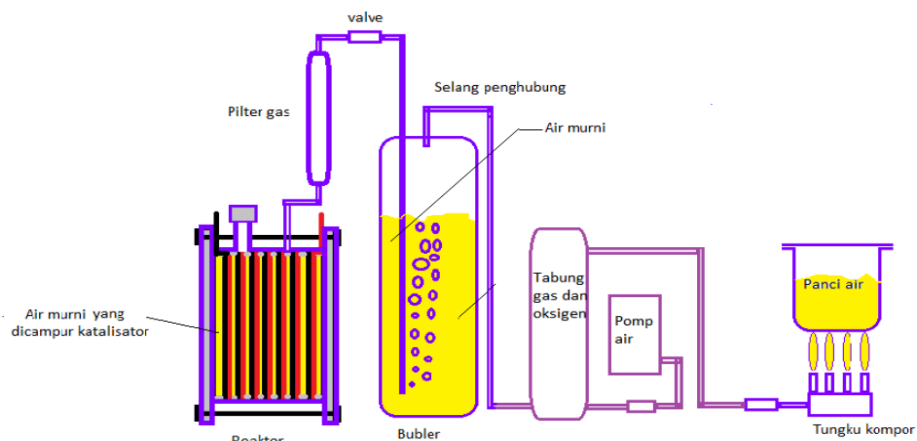


BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Perancangan tabung elektrolisis untuk mengubah air sebagai bahan bakar kompor telah banyak dipaparkan dengan berbagai macam desain hasil penelitian. Kajian pustaka dari hasil penelitian dan perancangan dapat digunakan untuk memperdalam tinjauan pustaka. Kajian-kajian pustaka tersebut adalah sebagai berikut:

Lianda dkk (2015), penelitian dengan judul "Desain Elektrolisa Air Sebagai Bahan Bakar Kompor Gas" hasil penelitian menunjukkan bahwa proses elektrolisa menghasilkan gas yang dapat menghidupkan kompor, kompor ini mempunyai tabung yang berfungsi untuk proses elektrolisis air yang membuat hidrogen dan oksigen berpisah yang menyebabkan pembakaran menjadi sempurna. Bagian penting dari sistem elektrolisa ini adalah reaktor, dimana alat ini akan merubah air menjadi gas, dengan memberi tegangan pada lempengan- lempengan plat reaktor. Semakin besar tegangan yang dimasukkan maka semakin besar gas yang dihasilkan. Untuk menghasilkan gas yang besar juga dibutuhkan campuran unsur kimia seperti soda kue dan katalis.



Gambar 2.1 Skema Perancangan *Miniature* (Lianda, J dkk, 2015)

Gambar 2.1 memperlihatkan skema dari proses elektrolisa yang akan digunakan dalam penelitian ini. Reaktor akan terjadi elektrolisa jika di beri tegangan listrik arus DC sehingga dapat terjadinya tekanan gas. Gas yang di hasilkan akan di masukan melalui selang menuju ke filter gas yang fungsinya sebagai pemisah gas basah dan gas kering. Kemudian gas yang kering tadi di maasakan kembali di dalam tabung babler untuk menghasil kan gas hidrogen dan oksigen. Dan gas yang di masukan kedalam tabung babler di keluarkan melewati cek *valve* (katup gas) dan langsung di alirkan pada tungku kompor.

Risano, Y. E (2013), penelitian dengan judul “Pengaruh Jumlah Sel Pada Hydrogen Generator Terhadap Penghematan Bahan Bakar” dari hasil pengujian hydrogen generator diperoleh bahwa semakin banyak jumlah pelat/sel maka semakin besar daya listrik yang digunakan. Semakin banyaknya kendaraan bermotor menyebabkan semakin sedikitnya cadangan minyak bumi dan pencemaran udara. Salah satu solusi dari permasalahan di atas, dengan cara pemakaian *hydrogen generator* yang merupakan alat untuk menghemat bahan bakar yang bekerja dengan cara memisahkan senyawa kimia antara gas hidrogen dan oksigen dari molekul air dengan menggunakan arus listrik (elektrolisis).

Proses pembentukan gas *hydrogen* dan oksigen terjadi dengan cara menggunakan 2 elektroda atau lebih, yang dialiri arus listrik searah. Pada elektroda positif akan terbentuk hydrogen, sedangkan pada elektroda negatif akan terbentuk oksigen. Jumlah dan kecepatan gas hidrogen dan oksigen yang dihasilkan sangat dipengaruhi antara lain oleh penggunaan katalisator dan besarnya arus listrik yang digunakan. *Hydrogen generator* yang paling sederhana terdiri dari tabung elektrolisis, sel, dan sistem kelistrikan.



Gambar 2.2 Hidrogen Generator (Risano. Y. E, 2013)

2.2 Dasar Teori Gas HHO (Hidrogen Hidrogen Oksigen)

Bahan bakar pada umumnya berasal dari bahan-bahan hidrokarbon, salah satunya adalah minyak bumi. Bahan bakar tersebut tersusun atas karbon dan hidrogen. Tetapi hidrogen saja dapat dijadikan bahan bakar layaknya bahan bakar hidrokarbon. Jika bahan bakar hidrokarbon umumnya didapat dari bahan bakar fosil, bahan bakar hidrogen umumnya diperoleh dengan cara elektrolisis dari berbagai sumber, salah satunya adalah air. (Susana, 2003)

Melalui proses pemecahan air murni (H_2O), molekul air dapat diuraikan menjadi unsur-unsur asalnya dengan mengalirinya arus listrik atau disebut proses elektrolisis. Gas yang dihasilkan dari proses elektrolisis air tersebut adalah gas Hidrogen dan Oksigen, dengan komposisi 2 atom Hidrogen dan 1 atom Oksigen atau biasa disebut juga sebagai gas Hidrogen Hidrogen Oksida (HHO) (E.W Lowrie, 2006)

2.2.1 Proses elektrolisis air untuk memproduksi gas HHO

Elektrolisis air merupakan proses elektrokimia yang memecah air (H_2O) menjadi Hidrogen (H) dan Oksigen (O_2). Adapun penggunaan elektroda dalam proses ini menggunakan bahan *Stainless Steel* yang merupakan konduktor yang baik dan tahan korosi. Penempatan elektroda kutub positif dan negatif ditempatkan dengan jarak yang dekat namun tidak bersentuhan satu sama lain. Untuk menghubungkan elektroda kutub positif dan negatif digunakan bahan yang isolator supaya tidak terjadi korsleting.

Proses kerja elektrolisis air yaitu kedua elektroda positif dan negatif yang dialiri arus searah (DC) dan dibantu oleh katalis agar mempercepat laju reaksi elektrolisis akan memecah molekul (H_2O) menjadi Hidrogen (H) dan Oksigen (O_2) dalam bentuk gas. Pada kutub positif terbentuk gas Oksigen (O) dan kutub negatif terbentuk Hidrogen (H). Proses elektrolisis akan menjadi cepat apabila ditambahkan elektrolit sebagai katalis.

Proses Elektrolisis dapat dibedakan menjadi dua tipe berdasarkan reaktor yang digunakan yaitu proses elektrolisis tipe kering (*dry cell*) dan tipe basah (*wetcell*). (Koponen, jr dkk. 2015).

Proses elektrolisis tipe basah (*Wet Cell*) yaitu suatu reaktor sel dimana seluruh bagian elektrodanya terendam pada larutan elektrolit. Pada tipe *wet cell* ini membutuhkan energi listrik yang lebih banyak dikarenakan semua area luasan elektroda platnya terendam air untuk proses elektrolisis menghasilkan gas HHO.

Keuntungan generator gas HHO tipe *wet cell* adalah:

- a. Gas yang dihasilkan lebih banyak.
- b. Dalam proses perawatan generatornya lebih mudah.

Proses elektrolisis tipe kering (*Dry Cell*) yaitu merupakan suatu reaktor sel elektrolisis dimana sebagian elektrodanya tidak terendam. Luasan pada plat elektroda yang terendam air adalah area terjadinya elektrolisis untuk menghasilkan gas HHO, sedangkan bagian luasan yang tidak terendam dalam kondisi kering, luasan yang terelektrolisis sekitar 75%. Keuntungan dari reaktor HHO tipe *dry cell* yaitu :

- a. Tidak menghasilkan panas yang besar karena adanya sirkulasi larutan elektrolit.
- b. Daya yang dibutuhkan lebih kecil karena permukaan elektroda hanya terendam sebagian.

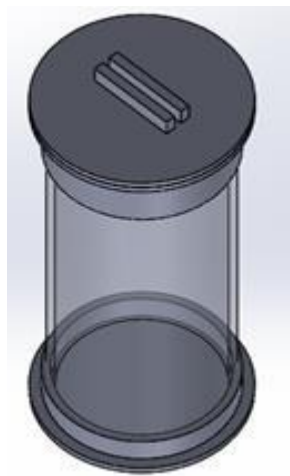
2.3 Komponen Elektrolisis Air

Komponen utama yang akan digunakan dalam proses elektrolisis air untuk memproduksi gas hho adalah tabung elektrolisis (generator), elektroda, tabung *bubbler*, dan katalisator.

2.3.1 Tabung Elektrolisis (Generator HHO)

A. Tabung elektrolisis

Tabung elektrolisis dibawah ini merupakan salahsatu komponen utama dalam proses elektrolisis, pemilihan material yang bersifat kuat, tahan panas, merupakan konduktor yang buruk, tidak mengandung bahan yang dapat mempengaruhi proses elektrolisis. Tabung ini akan diberi susunan elektroda yang sudah di rancang. Pada tugas akhir ini tabung dirancang dengan material akrilik seperti pada gambar 2.3 agar bisa terlihat hasil proses elektrolisis dari luar tabung.



Gambar 2. 3 Tabung Elektrolisis

B. Tabung pemisah gas HHO (*bubbler*)

Bubbler adalah alat sederhana, yaitu berupa wadah yang didalamnya berisi air berfungsi sebagai separator antara elektrolit dengan gas HHO yang tampak pada gambar 2.4. Prinsip kerja dari *bubbler* yaitu, gas HHO dan uap air dari generator HHO dialirkan masuk kedalam *bubbler*. Kemudian dengan prinsip kondensasi, uap air akan mengembun menjadi air dan gas yang keluar dari *bubler* berupa gas HHO murni. (Rizal, 2014)

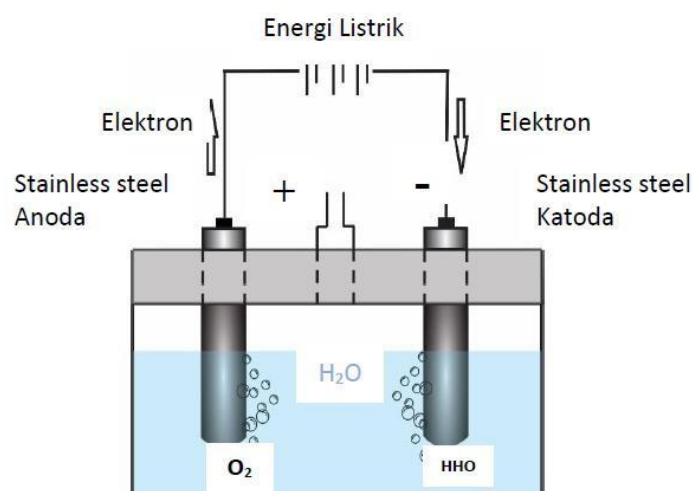


Gambar 2.4 Tabung *Bubbler*

C. Prinsip kerja generator HHO

Komponen dasar generator hho secara umum terdiri dari tabung gas hho dan sumber tegangannya. Sumber tegangan yang digunakan bisa menggunakan aki ataupun battery dengan arus DC.

Pada gambar 2.5 dibawah ini menunjukkan bahwa elektrolisis merupakan proses penguraian molekul air (H_2O) menjadi hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2) dengan energi pemicu reaksi berupa energi listrik secara langsung/DC. Proses ini dapat berlangsung ketika 2 (dua) buah elektroda ditempatkan dalam air dan arus searah dilewatkan diantara 2 (dua) elektroda tersebut. Hidrogen terbentuk pada katoda, sementara oksigen pada anoda. (Pradigdo, 2018)



Gambar2.5PrinsipKerjaElektrolisis(Pradigdo,2018)

Elektrolisis air memanfaatkan arus listrik untuk menguraikan air menjadi unsur-unsur pembentuknya, yaitu H_2 dan O_2 . Gas hidrogen muncul di kutub negatif atau katoda dan oksigen berkumpul di kutub positif atau anoda. Konsepnya adalah melakukan elektrolisis terhadap air, untuk menjadikan H-O-H (Air = H_2O) menjadi H-H-O. Dengan bentuk hasil elektrolisis ini, hidrogen lebih mudah dipisahkan menjadi gas. (Pradigdo, 2018)

D. Generator HHO berbentuk susunan plat

Sebelum adanya Generator HHO berbentuk susunan pelat seperti pada gambar 2.4, pada penelitian terdahulu menggunakan spiral untuk dijadikan elektroda pada proses elektrolisis. Elektroda berbentuk pelat merupakan salah satu solusi untuk mempercepat proses elektrolisis karena luas permukaan pelat lebih lebar daripada spiral.



Gambar 2.6 Elektroda Berbentuk Spiral (Amin & Nurdiana, 2020)



Gambar 2.7 Elektroda Berbentuk Lembaran Pelat

E. Klasifikasi generator HHO

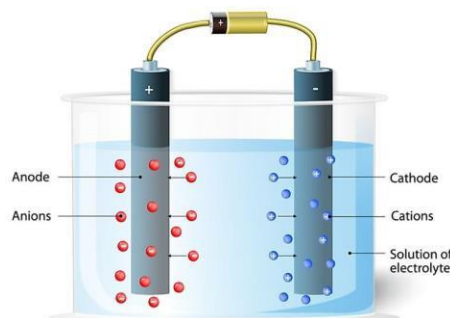
Klasifikasi generator hho diklasifikasikan menjadi dua tipe yaitu generator tipe kering (*dry cell*) dan generator tipe basah (*wet cell*)

1) Generator hho tipe kering (*dry cell*)

Proses elektrolisis tipe kering (*Dry Cell*) yaitu merupakan suatu reaktor sel elektrolisis dimana sebagian elektrodanya tidak terendam. Luasan pada plat elektroda yang terendam air adalah area terjadinya elektrolisis untuk menghasilkan gas HHO, sedangkan bagian luasan yang tidak terendam dalam kondisi kering, luasan yang terelektrolisis sekitar 60%.

Keuntungan dari reaktor HHO tipe *dry cell* yaitu :

- a) Tidak menghasilkan panas yang besar karena adanya sirkulasi larutan elektrolit.
- b) Daya yang dibutuhkan lebih kecil karena permukaan elektroda hanya terendam sebagian.



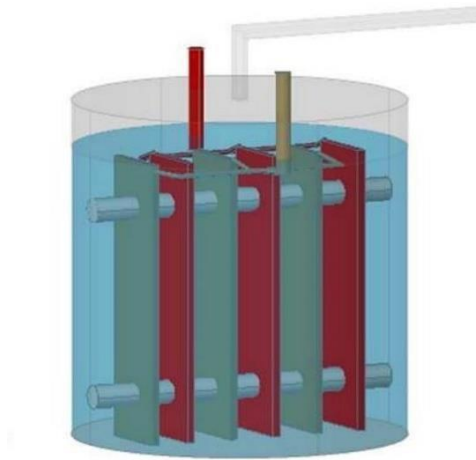
Gambar 2.8 Generator Tipe Kering (<https://www.kafekepo.com/apa-perbedaan-antara-kation-dan-anion/> 2021)

2) Generator HHO tipe basah (*wet cell*)

Proses elektrolisis tipe basah (*Wet Cell*) yaitu suatu reaktor sel dimana seluruh bagian elektrodanya terendam pada larutan elektrolit. Pada tipe *wet cell* ini membutuhkan energi listrik yang lebih banyak dikarenakan semua area luasan elektroda platnya terendam air untuk proses elektrolisis menghasilkan gas HHO.

Keuntungan generator gas HHO tipe *wet cell* adalah:

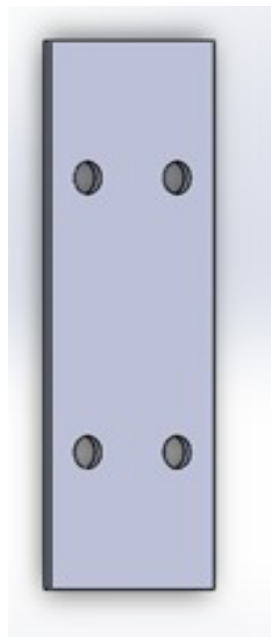
- a) Gas yang dihasilkan lebih banyak.
- b) Dalam proses perawatan generatornya lebih mudah.



Gambar 2.9 Generator Tipe Basah (Enshasy dkk., 2019)

2.3.2 Elektroda

Elektroda merupakan komponen penting dalam proses pembuatan gas hho. Elektroda harus berupa komponen yang bersifat konduktor agar bias mengalir arus listrik dari sumber.



Gambar 2.10 Pelat Elektroda

A. Pemilihan *stainless steel* sebagai elektroda

Elektroda berfungsi sebagai penghantar arus listrik dari sumber tegangan listrik menuju air yang akan dielektrolisis. Arus yang akan digunakan adalah arus DC, elektroda terdapat dua kutub yaitu kutub positif sebagai anoda dan kutub

negatif sebagai katoda. Komposisi material elektroda dan luas elektroda sangat berpengaruh dalam proses elektrolisis.

Setiap kelompok *stainless steel* terbagi lagi menjadi beberapa tipe dengan persentase dan kandungan unsur paduan yang berbeda-beda, sebagaimana dapat dilihat pada tabel 2.1 standard komposisi *stainless steel*. Pemilihan material elektroda menggunakan bahan stainless steel jenis / tipe 304 dengan harapan tahan terhadap korosi / karat saat direndam dalam air, dialiri listrik lembaran katoda dan anodanya tetapi tidak bersentuhan menghindari terjadinya konsleting.

Designation	Type	Composition weight-%						Others
		Cr	Ni	Mo	C	Mn	Si	
AISI 300 Series:								
AISI 304	Austenitic	18–20	8–10.5	—	<0.08	2	1	—
AISI 304L	Austenitic	18–20	8–12	—	<0.03	2	1	—
AISI 321	Austenitic	18–20	8–10.5	—	<0.08	2	1	Ti = 5 × wt-% C
AISI 347	Austenitic	18–20	8–10.5	—	<0.08	2	1	Nb = 10 × wt-% C
AISI 316	Austenitic	16–18	10–14	2.0–3.0	<0.08	2	1	—
AISI 316L	Austenitic	16–18	10–14	2.0–3.0	<0.02	2	1	—
AISI 317	Austenitic	18–20	11–15	3.0–4.0	<0.08	2	1	—
AISI 317L	Austenitic	18–20	11–15	3.0–4.0	<0.03	2	1	—
AISI 310	Austenitic	24–26	19–22	—	<0.25	2	1.5	—
AISI 330	Austenitic	17–20	34–37	—	<0.08	2	1.5	—
AISI 200 Series:								
AISI 201	Austenitic	16–18	3.5–5.5	—	0.15	5.5–7.5	1	+ 0.25 N
AISI 202	Austenitic	17–19	4–6	—	0.15	7.5–10	1	+ 0.25 N
AISI 400 Series:								
AISI 409	Ferritic	10.5–11.7	<1	—	<0.08	1	1	—
AISI 430	Ferritic	16–18	<1	—	<0.08	1	1	—
AISI 434	Ferritic	16–18	<1	0.8–1.2	<0.08	1	1	—
AISI 410	Martensitic	11.5–13.5	<1	—	0.15	1	1	—
AISI 431	Martensitic	15–17	1.2–2.5	—	0.20	1	1	—
Duplex Steels:								
Steel 1	Duplex	25	6.0	3.0	<0.08	—	—	1.5 Cu + 0.25 N
Steel 2	Duplex	25	5.5	3.0	<0.08	—	—	—
Precipitation-Hardening Steels:								
Steel 1	Precipitation	16	4.2	—	0.04	0.5	0.5	3.5 Cu
Steel 2	Precipitation	15	4.5	—	0.04	0.3	0.4	3.5 Cu + Nb

Gambar 2. 11 Komposisi Stainless Steel (Talbot, D. E., & Talbot, J. D. . *Corrosion science and technology*. CRC press, 2018)

2.3.4 Selang gas

Terdapat dua selang yang akan digunakan pada proses mengalirkan gas hidrogen menuju kompor.

A. Selang gas in put kompor

Selang gas ini digunakan untuk menyalurkan gas hydrogen dari tabung *bubbler* ke kompor. Selang gas ini terbuat dari . Kriteria selang gas harus kuat tapi lemas tidak kaku serta tahan terhadap tekanan tinggi hingga 10 Kg/cm2 dengan

diameter luar 17 mm dan diameter dalam 10 mm. Sebelum digunakan sebaiknya selang diperiksa kebocoran terlebih dahulu untuk menghindari bahaya pada saat penggunaan.



Gambar 2.12 Selang Gas

B. Selang gas output generator

Selang gas ini digunakan untuk mengalirkan gas dari generator menuju tabung *bubler*. Selang ini terbuat dari karet dengan ukuran $\frac{1}{4}$ inch. Selang ini hanya berfungsi untuk mengalirkan gas, sehingga tidak tahan terhadap tekanan.



Gambar 2.13 Selang *Out Put* Gas

2.4 Pengertian Perancangan

Perancangan adalah kegiatan awal dari suatu rangkaian dalam proses pembuatan produk. Tahap perancangan tersebut dibuat keputusan-keputusan penting yang mempengaruhi kegiatan-kegiatan lain yang menyusulnya. Sebelum sebuah produk dibuat terlebih dahulu dilakukan proses perancangan yang nantinya menghasilkan sebuah gambar skets atau gambar sederhana dari produk

yang akan dibuat. Gambar sket yang telah dibuat kemudian digambar kembali dengan aturan gambar sehingga dapat dimengerti oleh semua orang yang ikut terlibat dalam proses pembuatan produk tersebut. Gambar hasil perancangan adalah hasil akhir dari proses perancangan dan sebuah produk dibuat setelah dibuat gambar-gambar rancangannya dalam hal ini gambar kerja. (Dharmawan, 1999)

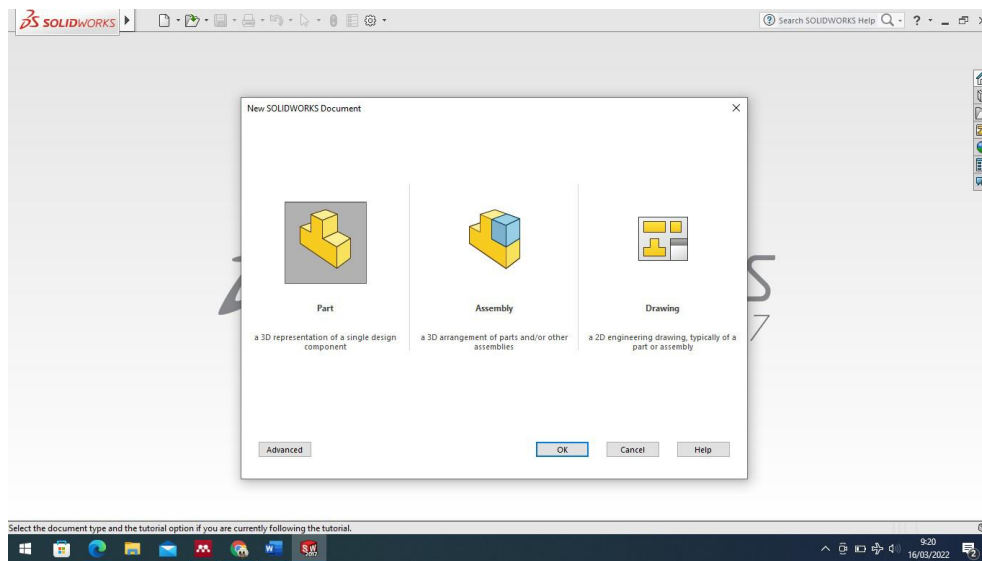
2.4.1 Peran komputer pada proses perancangan

Komputer sangat membantu proses perancangan, tetapi tidak menggantikan perancang. Hingga hari ini belum ada program komputer yang sudah dikembangkan sedemikian rupa sehingga mampu menerima masukan berupa syarat-syarat teknis dalam spesifikasi produk dan secara *automatic* mengolahnya sehingga akhirnya memberikan keluaran berupa produk hasil rancangan.

2.4.2 *Solidwork*

Pengerjaan tugas akhir ini, alat yang akan dibuat salah satunya menggunakan *software* CAD/CAE. Salah satu jenis dari *software* ini adalah *Solidwork*. *Solidwork* merupakan *software* yang sekarang banyak digunakan oleh kalangan orang permesinan baik dalam pendidikan maupun industri.

Teknologi CAD (*Computer Aided Design*) merupakan salah satu alat bantu untuk membantu dalam proses desain produk manufaktur. Jika di masa lalu CAD lebih banyak digunakan sebagai alat bantu gambar 2 dimensi, maka saat ini seiring dengan perkembangan teknologi CAD maka pemanfaatan CAD lebih banyak ditujukan untuk model 3 dimensi. *SolidWorks* (mechanical uii, n.d.) merupakan salah satu perangkat lunak CAD berbasis model 3 dimensi yang dapat digunakan untuk merancang *part* dan *assembly*. *SolidWork* menyediakan 3 template utama yang digunakan untuk mempermudah penggambaran. Yaitu *Part*, *Assembly*, dan *Drawing*



Gambar 2.14 *Template Solidworks*

Dari Gambar 2.14 terdapat 3 layout yang memiliki fungsi masing-masing, yaitu :

Part : digunakan untuk membuat/mendesain 1 komponen 3D

Assembly : digunakan untuk menggabungkan beberapa *part* atau *assembly* yang lain yang telah dibuat untuk disatukan menjadi benda yang diinginkan.

Drawing : digunakan untuk penggambaran 2D yang berisi tentang *part* atau *assembly* untuk mempermudah pembuatan komponen atau penggabungan komponen tersebut.

