



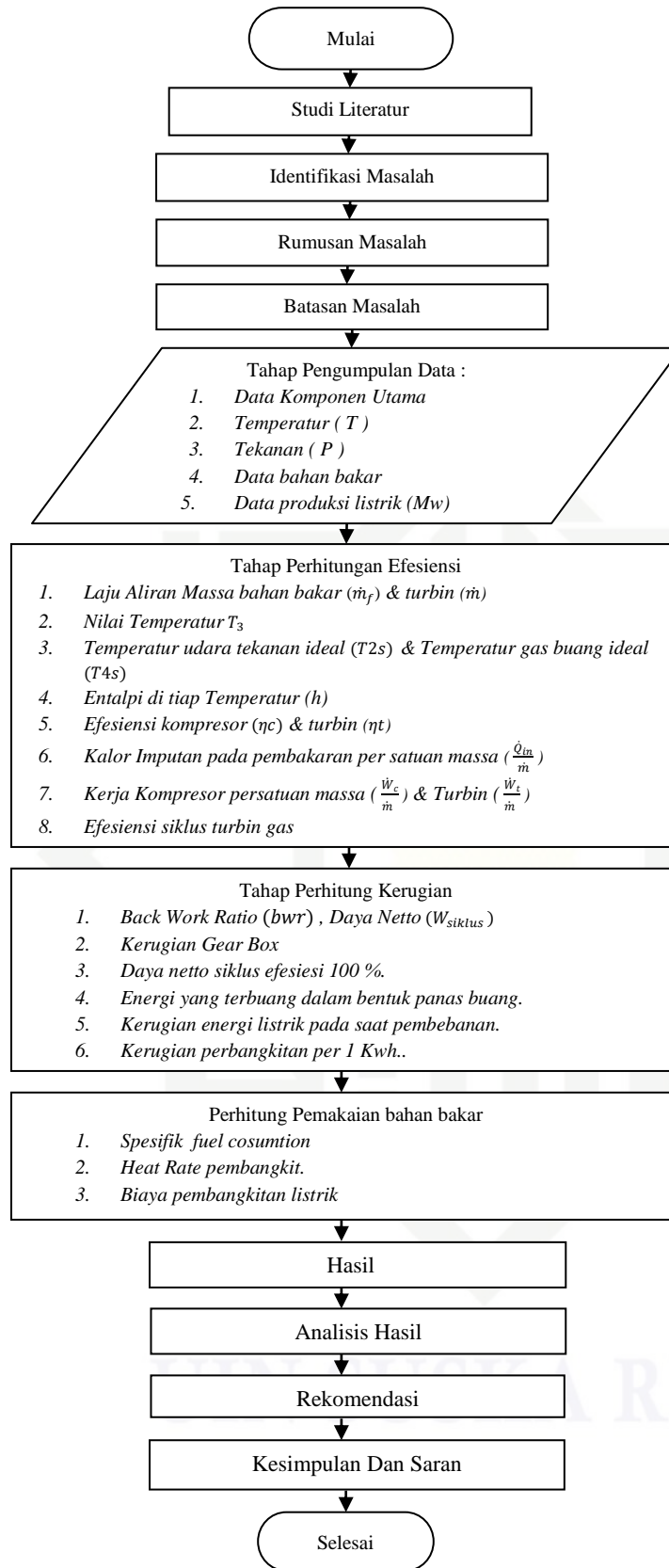


Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1 Flow Chart Penelitian



### 3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini bertempat di Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) PT. Riau Power, dimana PLTG PT. Riau Power terletak di Teluk lembu Kota Pekanbaru Provinsi Riau, dengan daya maksimum keluaran dari pembangkit yaitu  $1 \times 20$  MW.

### 3.4 Tahap Pengumpulan Data

Teknik yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik observasi, Dalam menggunakan observasi cara yang paling efektif adalah melengkapinya dengan format atau blangko pengamatan sebagai instrumen pertimbangan kemudian format yang disusun berisi item-item tentang parameter –para meter dari turbin gas yang akan diteliti. Dimana parameter tersebut di dapat pada *control room* ataupun *Report of analisis* pada PLTG PT.Riau Power. Adapun data aktual dari PLTG PT. Riau Power yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data temperatur,tekanan dan data bahan bakar.

#### 3.4.1 Data Temperatur Pada Saat Operasi

Berikut adalah data temperatur pada saat operasi PLTG pada tanggal 05 Desember sampai tanggal 05 Januari dimana data diambil pada jam 19:00 Wib, pemilihan sampel data pada jam 19:00 dikarenakan pada jam ini dikategorikan terjadinya beban puncak (Marsudi, 2006) pembebanan yang tinggi akan menyebabkan pembangkit beroperasi maksimal sehingga di dapat data mesin pada saat kerja optimal.

Tabel 3.1 data temperatur operasi

Tanggal	Beban (MW)	Jam	Parameter (°C)		
			Temperatur masuk Kompresor ( $T_1$ )	Temperatur keluar Kompresor ( $T_2$ )	Temperatur Keluar Turbin ( $T_4$ )
05/12/2016	17,8	19:00	26	282,5	382
06/12/2016	17,76	19:00	26	280,5	380
07/12/2016	17,74	19:00	26	279,5	375
08/12/2016	17,69	19:00	26	278,5	364
09/12/2016	17,78	19:00	26	277,5	369
10/12/2016	17,76	19:00	26	277	372
11/12/2016	17,77	19:00	27	281	371
12/12/2016	17,86	19:00	27	282	375
13/12/2016	17,82	19:00	27	282	374
14/12/2016	17,79	19:00	29	284	393
15/12/2016	17,74	19:00	31	291	395



Tanggal	Beban (MW)	Jam	Parameter (°C)		
			Temperatur masuk Kompresor ( $T_1$ )	Temperatur keluar Kompresor ( $T_2$ )	Temperatur Keluar Turbin ( $T_4$ )
16/12/2016	17,72	19:00	32	295	406
17/12/2016	17,76	19:00	34	296,5	417
18/12/2016	17,77	19:00	35	301,5	414
19/12/2016	17,79	19:00	36	301,5	415
20/12/2016	17,8	19:00	35	297,5	422
21/12/2016	17,82	19:00	33	296	393
22/12/2016	17,68	19:00	32	292	386
23/12/2016	17,79	19:00	32	290,5	390
24/12/2016	17,73	19:00	32	288,5	388
25/12/2016	17,71	19:00	30	282,5	392
26/12/2016	17,77	19:00	29	282,5	378
27/12/2016	17,79	19:00	29	280,5	384
28/12/2016	17,75	19:00	28	281,5	380
29/12/2016	17,63	19:00	30	293	402
30/12/2016	17,72	19:00	32	294	415
31/12/2016	17,74	19:00	33	292,5	405
01/01/2017	17,69	19:00	34	301,5	415
02/01/2017	17,67	19:00	33	292,5	417
03/01/2017	17,68	19:00	30	291,5	390

Pengambilan data temperatur ini diambil di *control room* PLTG dimana untuk temperatur masuk kompresor merupakan nilai temperatur udara lingkungan yang dihisap oleh kompresor dan nilai temperatur keluar kompresor merupakan nilai temperatur udara setelah melewati proses kompresi dimana temperaturnya akan meningkat dari temperatur masukan dan selanjutnya temperatur keluar turbin adalah temperatur buangan yang tidak dimanfaatkan sepenuhnya oleh turbin gas.

### 3.4.2 Data Tekanan udara Pada Saat Operasi

Tabel 3.2 data tekanan udara

Tanggal	Beban (MW)	Jam	Parameter (Kpa)	
			Tekanan Masuk Kompresor ( $P_1$ )	Tekanan Keluar Kompresor ( $P_2$ )
05/12/2016	17,8	19:00	101,33	825
06/12/2016	17,76	19:00	101,33	825
07/12/2016	17,74	19:00	101,33	825
08/12/2016	17,69	19:00	101,33	825



Tanggal	Beban ( MW )	Jam	Parameter ( Kpa )	
			Tekanan Masuk Kompresor ( P <sub>1</sub> )	Tekanan Keluar Kompresor ( P <sub>2</sub> )
09/12/2016	17,78	19:00	101,33	825
10/12/2016	17,76	19:00	101,33	825
11/12/2016	17,77	19:00	101,33	825
12/12/2016	17,86	19:00	101,33	825
13/12/2016	17,82	19:00	101,33	825
14/12/2016	17,79	19:00	101,33	825
15/12/2016	17,74	19:00	101,33	825
16/12/2016	17,72	19:00	101,33	825
17/12/2016	17,76	19:00	101,33	825
18/12/2016	17,77	19:00	101,33	825
19/12/2016	17,79	19:00	101,33	825
20/12/2016	17,8	19:00	101,33	825
21/12/2016	17,82	19:00	101,33	825
22/12/2016	17,68	19:00	101,33	825
23/12/2016	17,79	19:00	101,33	825
24/12/2016	17,73	19:00	101,33	825
25/12/2016	17,71	19:00	101,33	825
26/12/2016	17,77	19:00	101,33	825
27/12/2016	17,79	19:00	101,33	825
28/12/2016	17,75	19:00	101,33	825
29/12/2016	17,63	19:00	101,33	825
30/12/2016	17,72	19:00	101,33	825
31/12/2016	17,74	19:00	101,33	825
01/01/2017	17,69	19:00	101,33	825
02/01/2017	17,67	19:00	101,33	825
03/01/2017	17,68	19:00	101,33	825

Sama dengan data temperatur data tekanan juga diambil dari control room PLTG dimana untuk nilai tekanan masuk kompresor merupakan nilai tekanan udara sekitar yaitu sekitar 101,33 Kpa atau 1 Atm dan nilai tekanan keluar kompresor merupakan nilai tekanan udara yang telah dikompresi oleh kompresor sehingga nilai tekanannya meningkat dari nilai tekanan masuknya.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



### 3.4.3 Data Bahan Bakar

Data Bahan bakar didapat dari dua sumber yaitu dari dari Tes Laboratorium PT. Surveyor Indonesia (Persero) dengan mengambil sampel di Metering Gas PLN (M-201) dan juga data gas untuk Volume *flow rate* bahan bakar ( $V_{fuel}$ ) di dapat dari *gas metering reading* milik PLTG PT. Riau Power, Berikut adalah data tes laboratorium Gas yang digunakan PLTG PT. Riau Power dan juga pencatatan *gas metering reading*.

Tabel 3.3 data bahan bakar dari Tes Laboratorium

Data Bahan Bakar		
Parameter	Nilai	Dalam Satuan (SI)
<i>Heating Value, Net (ideal) (LHV)</i>	903,6 Btu/cuft	43333 Kj/Kg
<i>Heating Value, Gross (ideal) (HHV)</i>	1004,43 Btu/cuft	48171 Kj/Kg
<i>Gas gravity ( <math>SG_{fuel}</math> )</i>		0,5604

Tabel 3.4 Pencatatan *Volume Flow Rate* Bahan Bakar ( $V_{fuel}$ )

Tanggal	Beban ( MW )	Jam	Parameter	
			Flow Rate ( $f^3/h$ )	Flow Rate ( $m^3/s$ )
05/12/2016	17,8	19:00	255979,4	2,013477
06/12/2016	17,76	19:00	236507,8	1,860318
07/12/2016	17,74	19:00	260544,1	2,049382
08/12/2016	17,69	19:00	253407,5	1,993247
09/12/2016	17,78	19:00	259590,5	2,041881
10/12/2016	17,76	19:00	251984,2	1,982052
11/12/2016	17,77	19:00	263048,3	2,069079
12/12/2016	17,86	19:00	258125,8	2,03036
13/12/2016	17,82	19:00	255640,9	2,010815
14/12/2016	17,79	19:00	255234,4	2,007617
15/12/2016	17,74	19:00	254766,1	2,003934
16/12/2016	17,72	19:00	250934,9	2,022142
17/12/2016	17,76	19:00	253408,6	1,993256
18/12/2016	17,77	19:00	255608,7	2,010561
19/12/2016	17,79	19:00	253540,8	1,994296
20/12/2016	17,8	19:00	253431,8	1,993438
21/12/2016	17,82	19:00	255311,2	2,008221
22/12/2016	17,68	19:00	259396,5	2,040355
23/12/2016	17,79	19:00	252025,8	1,982379
24/12/2016	17,73	19:00	253751,7	1,995954
25/12/2016	17,71	19:00	265215,8	2,086129



Tanggal	Beban ( MW )	Jam	Parameter	
			Flow Rate ( $f^3/h$ )	Flow Rate ( $m^3/s$ )
26/12/2016	17,77	19:00	252122,5	1,98314
27/12/2016	17,79	19:00	255283,8	2,008006
28/12/2016	17,75	19:00	253721,8	1,995719
29/12/2016	17,63	19:00	254137,5	1,9989891
30/12/2016	17,72	19:00	250586,2	1,971055363
31/12/2016	17,74	19:00	258719,7	2,035031667
01/01/2017	17,69	19:00	258470,5	2,033071515
02/01/2017	17,67	19:00	252826,4	1,988676279
03/01/2017	17,68	19:00	252134,8	1,983236307

Selain data aktual ada juga data yang sudah menjadi ketetapan yang digunakan dalam mencari temperatur keluar ruang bakar seperti *density* ( $\rho$ ) udara dan panas spesifik ( $C_p$ ) udara. Sedangkan untuk *mas flow* turbin gas didapatkan dari perbandingan *performance data* dari pabrikan *General Electric* terhadap temperatur *exhaust*. Setelah data didapatkan maka dilakukan perhitungan berdasarkan Persamaan-persamaan yang telah dijelaskan pada BAB II.

### 3.5 Tahap Perhitungan

Setelah mengumpulkan data aktual dan data-data yang sudah menjadi ketetapan maka data tersebut akan mulai di hitung untuk mencari beberapa nilai yang akan di analisa. Tahap tahap perhitungan dapat dijabarkan seperti dibawah ini.

#### 3.5.1 Perhitungan Efisiensi

1. Menghitung laju aliran massa bahan bakar dan laju aliran massa dengan menggunakan persamaan 2.13.
2. Menghitung temperatur masuk turbin ( $T_3$ ) udara tekan ideal (*isentropic*) ( $T_{2s}$ ) dan temperatur gas buang ideal (*isentropic*) ( $T_{4s}$ ) dengan persamaan 2.11, 2.9 dan 2.10.
3. Selanjutnya dilakukan perhitungan entalpi ( $h$ ) di tiap temperatur berdasarkan tabel gas ideal. Dalam perhitungan, temperatur yang didapatkan berada diantara temperatur yang ada di dalam tabel gas ideal. Lalu kemudian di selesaikan dengan persamaan 2.15, 2.16, 2.17, 2.18, 2.19 dan 2.20.
4. Setelah mendapatkan entalpi ( $h$ ) pada semua kondisi, maka selanjutnya dilakukan perhitungan untuk menentukan efisiensi kompresor dan efisiensi turbin, dengan persamaan 2.21 dan 2.22.



5. Kemudian menghitung kalor imputan yang terjadi pada *combustor* dengan menggunakan persamaan 2.23.
6. Menghitung kerja kompresor dengan menggunakan persamaan 2.24.
7. Untuk menghitung kerja dari turbin per satuan massa dapat menggunakan persamaan 2.25.
8. Untuk menghitung efisiensi dari siklus turbin gas dapat menggunakan persamaan 2.28.

### 3.5.2 Perhitungan Kerugian

1. Untuk menghitung jumlah energi turbin yang digunakan untuk memutar kompresor atau *Back Work Ratio (bwr)* dari turbin dapat menggunakan persamaan 2.26.
2. Jumlah energi yang menjadi output turbin untuk memutar generator atau disebut juga Daya Netto ( $W_{\text{siklus}}$ ) dapat dicari menggunakan persamaan 2.27.
3. Perhitungan untuk kerugian yang terjadi pada *gear box* digunakan persamaan 2.31.
4. Untuk mencari nilai energi yang hilang pada efisiensi sebenarnya maka sebelumnya dicari dengan perbandingan dengan asumsi efisiensi efisiensi 100% , Daya netto siklus efisiensi 100 % dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.31.
5. Setelah menentukan nilai energi jika efisiensi 100% maka menentukan Energi yang terbuang dalam bentuk panas buang dapat menggunakan persamaan 2.32.
6. Kerugian energi listrik pada saat pembebanan *real time* dapat dicari dengan persamaan 2.34 dan 2.35.
7. Untuk menentukan berapa Kwh energi yang hilang untuk pembangkitan per 1 Kwh dapat menggunakan persamaan 2.37.

### 3.5.2 Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar

1. Untuk menentukan *Heat Rate* pembangkit maka digunakan persamaan 2.39.
2. Untuk menentukan jumlah bahan bakar yang digunakan untuk membangkitkan 1 Kwh (*Spesifik Fuel Consumption*) dapat menggunakan persamaan 2.38
3. Biaya pembangkitan listrik per Kwh dengan cara mengalikan hasil pencarian dari *Spesifik Fuel Consumption* dengan harga bahan bakar gas saat ini.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





### 3.6 Hasil

Merupakan data berupa angka yang didapat dari perhitungan-perhitungan menggunakan persamaan yang telah disebutkan pada sub item perhitungan diatas, dimana pada bagian hasil ini hasil akan ditampilkan dalam bentuk grafik-grafik ataupun tabel sesuai dengan hasil dari penelitian, hasil ini nantinya digunakan sebagai data untuk analisis pada turbin gas.

### 3.7 Analisis

Pada tahap ini akan dilakukan analisis dari hasil perhitungan-perhitungan yang didapat, dimana hasil hasil dijabarkan dalam bentuk tabel ataupun grafik-grafik akan dianalisis per itemnya baik pada kompresor, ruang bakar, turbin, *loadgear* dan rugi-rugi, hasil perhitungan efesiensi siklus juga akan dibandingkan dengan standar efesiensi turbin yang merujuk buku *Gas turbine engineering handbook* apakah mencapai nilai yang menjadi ketetapan atau tidak, jika tidak parameter apa saja yang tidak mencapai efesiensi dan ketetapan tersebut, berapa kerugian karena tidak sesuai performa maksimum dari turbin gas tersebut, berapa energi yang menjadi energi listrik dan yang terbuang dalam bentuk gas buang. Selain analisis teknik diatas parameter lain yang akan dianalisis adalah analisis ekonomi pembangkitan yaitu seberapa biaya yang dibutuhkan oleh pembangkit untuk membangkitkan tenaga listrik.

### 3.8 Rekomendasi

Merupakan masukan yang akan di berikan kepada pihak manajemen PLTG PT. Riau Power yang berupa saran yang sifatnya menganjurkan pembangkit untuk melakukan sesuatu berdasarkan hasil penelitian. dimana pada bagian rekomendasi ini akan disajikan fakta yang terjadi pada turbin gas dengan memberikan saran penyelesaian masalah yang terjadi pada turbin gas.

### 3.7 Kesimpulan Dan Saran

Kesimpulan merupakan inti pokok hasil dari penelitian yang diteliti terhadap turbin gas yang dijabarkan dengan poin-poin dan juga saran untuk penelitian selanjutnya. Dimana kesimpulan ini merupakan jawaban dari pertanyaan yang diajukan pada bagian rumusan masalah penelitian, dimana kesimpulan ini berisi fakta-fakta yang didapat dari hasil penelitian.