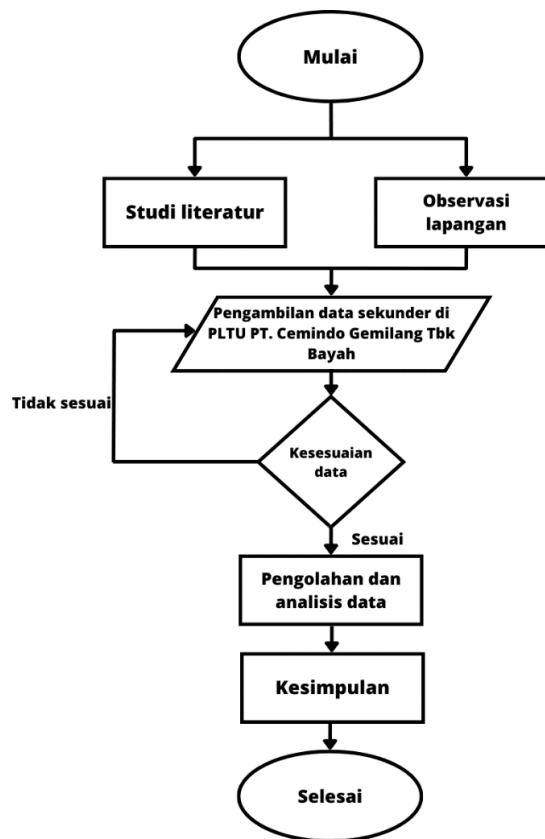


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Flowchart Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

3.1.1 Studi literatur

Peneliti melakukan riset dengan membaca jurnal terdahulu sebanyak mungkin yang berkaitan dengan topik penelitian, seperti:

- a. jurnal penelitian yang membahas mengenai PLTU batu bara.
- b. Pemanfaatan bahan bakar alternatif pada PLTU batu bara.
- c. Analisis potensi pengurangan emisi gas rumah kaca (GRK) pada sistem pembangkit listrik (PLTU) *coal co-firing*.
- d. Efisiensi sistem pembangkit listrik pada PLTU.

- e. Efisiensi pada komponen *boiler*, turbin uap, dan generator

Jurnal-jurnal penelitian tersebut nantinya akan dijadikan sebagai acuan selama penelitian ini berlangsung.

3.1.2 Observasi lapangan

Pada tahap ini peneliti melakukan pengamatan di area PLTU secara langsung dan melakukan wawancara dengan *Head Powerplant* dan *shift leader operator* di *Central Control Room* (CCR) untuk mengetahui proses kerja PLTU. Dilanjutkan menuju ruangan *power plant process optimization staff* untuk memperoleh data aktual yang dibutuhkan sesuai dengan topik permasalahan pada penelitian.

3.1.3 Pengambilan data

Pada tahap ini, peneliti melakukan pengambilan data sekunder dengan rentang waktu satu tahun mulai dari bulan Januari 2021 hingga bulan Desember 2021 di PLTU 60MW PT. Cemindo Gemilang Tbk Bayah, data tersebut berupa:

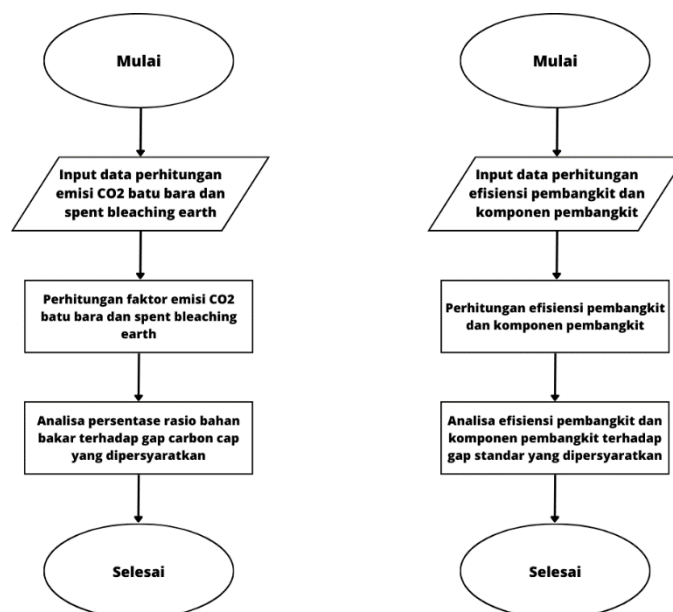
- a. Data bahan bakar dan operasional pembangkit listrik, serta data analisis *proximate and ultimate* untuk mencari tahu kadar air (*moisture*), zat terbang (*volatile matter*), karbon padat (*fixed carbon*), kadar abu (*ash*), dan kandungan unsur kimia pada batu bara dan SBE untuk melakukan perhitungan emisi gas rumah kaca (ECO_2) dan faktor emisi gas rumah kaca ($FECO_2$).
- b. Data operasional aktual pembangkit listrik untuk melakukan perhitungan analisis efisiensi pada komponen dan efisiensi dari pembangkit itu sendiri.

Pengambilan seluruh data yang merupakan data sekunder diperoleh dari *Head Powerplant*, *shift leader operator* dan *power plant process optimization staff*.

3.1.4 Kesesuaian data

Setelah seluruh data yang dibutuhkan untuk penelitian didapatkan, peneliti melihat apakah data tersebut sudah sesuai atau belum. Jika data belum sesuai, maka peneliti akan melakukan pengambilan ulang data sekunder tersebut.

3.1.5 Pengolahan data dan analisis data



Gambar 3.2 Flowchart Pengolahan dan Analisis Data

a. Input data perhitungan

Peneliti melakukan *input* data untuk perhitungan emisi CO₂ batu bara dan *spent bleaching earth*, lalu meng-*input* data untuk melakukan perhitungan efisiensi pembangkit, *boiler*, turbin uap, dan generator.

b. Perhitungan

Setelah input data, peneliti melakukan perhitungan faktor emisi CO₂ batu bara dan SBE serta perhitungan efisiensi pembangkit, *boiler*, turbin uap, dan generator dengan menggunakan persamaan yang tercantum pada BAB 2:

- 1) Analisis perhitungan emisi gas rumah kaca (GRK) menggunakan Persamaan (2.5) dan Persamaan(2.6).
- 2) Analisis perhitungan efisiensi pembangkit listrik menggunakan Persamaan (2.9) dan Persamaan (2.10) serta bantuan perangkat lunak *ChemicalLogic SteamTab Companion*.
- 3) Analisis perhitungan efisiensi komponen pembangkit listrik (*boiler*, turbin, dan generator) menggunakan Persamaan (2.19), Persamaan(2.20), Persamaan dan (2.22).

c. Analisa hasil perhitungan

Peneliti melakukan analisa hasil dari perhitungan sebelumnya, lalu di bandingkan terhadap gap yang dipersyaratkan.

3.1.6 Kesimpulan

Pada tahap ini, hasil analisis keseluruhan dari perhitungan yang telah dilakukan. Mulai dari melakukan analisa perbandingan bahan bakar yang digunakan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dari pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), hingga perhitungan analisis efisiensi pembangkit listrik dan komponennya dengan menggunakan bahan bakar yang sudah disubstitusikan oleh bahan bakar alternatif. Berikut dengan mencantumkan saran yang diperlukan untuk pengembangan penelitian menjadi lebih baik lagi.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *Software ChemicalLogic SteamTab Companion*. Alat ini berfungsi untuk mencari nilai *Enthalpy* dan *Entropy* yang nantinya diperlukan untuk melakukan perhitungan efisiensi PLTU.



Gambar 3.3 Software ChemicalLogic SteamTab Companion

Data sekunder sebagai bahan digunakan untuk melakukan perhitungan emisi dan efisiensi pembangkit berupa data operasional PLTU 1 x 60MW PT. Cemindo Gemilang Tbk sebagai berikut:

Tabel 3.1 Data Aktual Operasional PLTU Tahun 2021

Bulan	Bahan Bakar	Bobot	Nilai Kalori	Total Operation Time	Gross Power Generated
		(ton)	(kCal/kg)	(hour)	(MW)
Jan	Batu bara	15,565.70	4,911.55	578.25	40.32
	SBE	2,767.30	1,847.00		7.17
Feb	Batu bara	17,988.50	4,709.04	672.00	38.49
	SBE	3,879.50	1,702.33		8.30
Mar	Batu bara	16,862.50	4,789.32	658.79	36.56
	SBE	5,727.50	1,804.86		12.59
Apr	Batu bara	7,450.00	5,075.47	319.04	33.57
	SBE	2,385.00	1,717.93		10.75
May	Batu bara	18,290.20	4,874.71	730.08	36.31
	SBE	7,665.80	1,455.70		15.22
Jun	Batu bara	10,819.50	4,925.16	531.66	27.74
	SBE	4,975.50	1,635.21		12.76
Jul	Batu bara	15,879.50	5,147.34	689.08	34.61
	SBE	5,917.50	1,799.73		12.96
Aug	Batu bara	17,374.50	4,800.23	736.77	33.92
	SBE	4,868.50	1,785.36		9.51
Sept	Batu bara	13,963.50	5,062.37	714.00	28.02

Bulan	Bahan Bakar	Bobot	Nilai Kalori	Total Operation Time	Gross Power Generated
		(ton)	(kCal/kg)	(hour)	(MW)
	SBE	8,133.50	2,031.30		16.32
Oct	Batu bara	12,144.00	4,956.41	664.34	27.22
	SBE	6,481.00	1,509.07		14.66
Nov	Batu bara	12,991.00	4,862.48	629.83	30.40
	SBE	2,331.34	1,837.73		5.48
Dec	Batu bara	16,697.00	4,889.64	658.57	37.62
	SBE	2,624.00	2,112.50		5.74

Tabel 3.2 Tabel *Proximate* dan *Ultimate*

Month	Bahan Bakar	Proximate and Ultimate Analysis						
		Total Moisture (%)	Inhern Moisture (%)	volatile matter (%)	Ash Content (%)	Fixed carbon (%)	Sulfur (%)	Calorie (kCal/KG)
Jan	COAL	32.38	22.55	37.56	6.55	33.36	0.35	4,911.55
	MIXED FUEL	34.51	23.37	35.91	10.29	30.46	0.33	4,603.04
	SBE	20.18	10.96	26.05	59.16	3.82	0.26	1,847.00
Feb	COAL	35.01	25.50	37.03	6.25	31.21	0.30	4,709.04
	MIXED FUEL	35.20	24.50	35.58	11.77	28.15	0.34	4,412.71
	SBE	19.68	11.45	25.55	60.96	2.04	0.26	1,702.33
Mar	COAL	34.61	24.70	38.50	5.23	31.53	0.18	4,789.32
	MIXED FUEL	34.08	23.48	36.59	10.79	29.18	0.20	4,421.43
	SBE	16.10	7.05	26.92	64.54	3.88	0.27	1,804.86
Apr	COAL	31.35	20.19	39.98	6.27	33.56	0.23	5,075.47
	MIXED FUEL	32.23	22.46	37.96	9.94	29.64	0.19	4,622.73
	SBE	16.03	7.07	27.57	64.38	0.97	0.18	1,717.93
May	COAL	34.40	23.12	40.06	5.27	31.71	0.11	4,874.71
	MIXED FUEL	34.41	22.44	38.42	9.54	29.88	0.12	4,528.65
	SBE	20.30	10.08	25.22	63.91	1.34	0.17	1,455.70
Jun	COAL	34.79	22.93	39.32	5.08	32.62	0.21	4,925.16
	MIXED FUEL	33.35	22.35	36.77	12.19	27.97	0.22	4,398.72
	SBE	17.72	8.04	26.21	64.56	1.19	0.24	1,635.21
Jul	COAL	30.61	19.36	38.66	10.60	31.46	0.42	5,147.34
	MIXED FUEL	31.08	18.80	36.20	16.93	28.18	0.42	4,646.41
	SBE	13.11	6.59	26.88	64.95	1.58	0.26	1,799.73
Aug	COAL	32.11	20.81	36.85	13.49	28.89	0.50	4,800.23
	MIXED FUEL	30.49	18.76	35.14	17.55	28.79	0.47	4,407.58
	SBE	13.61	5.20	27.18	66.14	1.51	0.24	1,785.36
Sep	COAL	31.45	19.24	38.88	17.06	25.55	0.40	5,062.37
	MIXED FUEL	29.43	15.70	35.51	23.74	25.36	0.32	4,231.37
	SBE	9.16	4.25	29.68	64.36	1.73	0.22	2,031.30
Oct	COAL	33.02	22.14	37.85	12.38	27.65	0.32	4,956.41
	MIXED FUEL	31.75	19.98	35.69	14.41	29.91	0.31	4,534.21
	SBE	13.72	5.63	24.86	67.87	3.04	0.26	1,509.07
Nov	COAL	34.41	23.83	37.08	6.06	33.16	0.30	4,862.48
	MIXED FUEL	31.98	21.25	38.99	14.00	25.89	0.23	4,306.96
	SBE	12.64	5.20	28.29	64.97	1.54	0.25	1,837.73
Dec	COAL	35.58	22.62	38.46	5.44	32.79	0.24	4,889.64
	MIXED FUEL	33.73	20.95	35.65	15.61	27.41	0.21	4,295.07
	SBE	8.72	3.36	30.94	64.34	1.43	0.23	2,112.50

Tabel 3.3 Data Aktual Operasional PLTU Tahun 2017

Bulan	Bahan Bakar	Bobot	Nilai Kalori	Total Operation Time	Gross Power Generated
		(ton)	(kCal/kg)	(hour)	(MW)
Jan	Batu bara	11,749.20	3,903.17	507.52	36.47
Feb		7,162.70	4,138.33	363.58	27.42
Mar		18,579.00	3,668.00	693.83	35.10
Apr		13,413.00	3,753.00	547.66	31.95
May		18,332.00	3,448.00	744.00	29.46
Jun		5,523.00	3,570.33	215.05	33.63
Jul		10,549.00	3,648.94	399.20	36.53
Aug		9,678.00	4,066.80	437.67	32.02
Sept		11,114.00	4,260.55	468.21	35.06
Oct		18,468.00	4,317.12	744.00	38.05
Nov		13,092.00	4,241.05	546.10	36.12
Dec		16,629.00	4,279.45	702.02	35.98

Tabel 3.4 Data Operasional Boiler Tahun 2021

Bulan	Feed Water (Saturated)			Energy Feed Water kj	Main Steam			Energy Steam kj	Fuel		
	Flow	Temperature	Enthalpy (hf)		Flow	Pressure	Temperature		Enthalpy (hg)	Total Mixed Fuel Flow (q)	GCV
	kg/h	°C	kJ/kg		kg/h	kPa	°C		kJ/kg	kg/h	kCal/kg
Jan	184,310.00	175.32	742.43	136,836,904.68	181,520.00	91	527.57	3,455.40	627,224,208.00	31,700.00	4,603
Feb	177,110.12	191.85	815.69	144,467,130.12	176,745.54	91.3	527.6	3,455.15	610,682,337.72	32,541.67	4,413
Mar	183,191.51	170.20	719.96	131,890,374.05	184,250.00	87.9	517.88	3,434.70	632,843,475.00	34,290.14	4,421
Apr	172,747.33	103.24	801.59	138,473,052.63	162,380.00	52.8	332.52	3,436.50	558,018,870.00	30,826.86	4,623
May	200,000.00	206.46	881.51	176,302,000.00	193,420.00	90.9	528.47	3,457.75	668,798,005.00	35,552.27	4,529
Jun	159,535.27	172.08	728.20	116,173,264.20	157,260.00	81.2	487.48	3,366.85	529,470,831.00	29,708.84	4,399
Jul	174,135.77	157.43	664.32	115,681,527.61	173,160.00	91.1	530.05	3,461.46	599,386,413.60	31,632.03	4,646
Aug	156,045.98	141.16	594.14	92,713,005.18	157,790.00	91	529.16	3,459.36	545,852,414.40	30,189.88	4,407
Sep	155,894.96	141.72	596.54	92,998,045.92	161,890.00	91.1	530.9	3,463.58	560,718,966.20	30,948.18	4,231
Oct	154,721.17	152.10	641.25	99,214,488.11	155,177.27	90.8	521.46	3,440.38	533,868,765.70	27,493.58	4,534
Nov	161,873.84	129.91	546.00	88,383,116.08	163,620.00	82.2	489.3	3,370.14	551,422,306.80	31,524.38	4,254
Dec	151,229.18	131.01	550.69	83,281,001.15	157,370.00	90.9	528.27	3,457.25	544,067,432.50	29,337.81	4,295

3.3 Waktu dan tempat penelitian

3.3.1 Waktu penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan selama 19 hari, terhitung dari tanggal 26 Januari 2024 hingga 13 Februari 2024.

3.3.2 STempat penelitian

Tempat penelitian dilaksanakan di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) 60 MW PT. Cemindo Gemilang Tbk Bayah, yang berlokasi di Jalan Raya Bayah Pelabuhan Ratu KM 7, Desa Darmasari, Kecamatan Bayah, Kabupaten Lebak, Banten.