

DAFTAR PUSTAKA

- ABB CE Systems Contracts . (1998). *Design and Operational Volume 2 (Paiton Private Power Project Phase 1 Units 7 and 8)*.
- ABB Combustion Engineering Systems. (1998). *Design and Operation Manual Vol. 1 (Paiton Private Power Project Phase 1 Units 7 & 8)*.
- Aditya , I. A., Haryadi, F. N., & Haryani, I. (2022). Analisis Pengujian Co-Firing Biomassa Cangkang Kelapa Sawit Pada PLTU Circulating Fluidized Bed (CFB) Sebagai Upaya Bauran Energi Terbarukan. *ROTASI*, Vol. 24 No. 2, 61-66.
- Arianto, A. (2021). *Pemilihan alternatif Co-firing PLTU Batubara untuk penurunan efek Gas Rumah kaca Dengan Metode Dematel dan AHP Pada PT Pembangkit XYZ*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Arisandi, G. F., & Putra, A. B. (2023). Simulasi Cycle Tempo 5.0 Dampak Variasi Rasio Co-Firing Batubara dan Biomassa Jenis Tongkol Jagung terhadap Performa PLTU 400 MW. *JURNAL TEKNIK ITS*, Vol. 12, No. 2, B131-B137.
- Cahyadi. (2006). Strategi Menurunkan Emisi SO₂ pada PLTU Batubara yang tidak Memiliki Desulfurisasi. *Jurnal Ilmiah Teknologi Energi Vol. 1*.
- Dwiaji, Y. C. (2023). Analisis Pengaruh Co-Firing Biomassa Terhadap Kinerja Peralatan Boiler PLTU Batubara Unit 1 PT. XYZ. *ISAS JAMERE*, Vol. 3 No.1 , 8-16.
- ESDM, D. K. (2018). *Pedoman Penghitungan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca*. Jakarta: Direktorat Jendral Ketenagalistrikan Kementerian ESDM.

- ESDM, K. (2023, Januari 24). Peraturan Menteri ESDM No.16 Tahun 2022 Tata Cara Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon Subsektor Pembangkit Tenaga Listrik. Jakarta: Kementerian ESDM RI.
- Gebhardt, G. F. (1908). *Steam Power Plant Engineering*. New York: J. Wiley & sons.
- Indonesia, B. K. (2021). Kebijakan Pajak Karbon Menuju Transisi Hijau Untuk Mendukung Pembangunan Berkelanjutan Di Indonesia. Jakarta: Kementerian Keuangan Republik Indonesia.
- Katadata Inshigh Center. (2022). *Indonesia Carbon Trading Handbook*. Katadata Center.
- Kemenkeu. (2021). Kebijakan Pajak Karbon Menuju Transisi Hijau Untuk Mendukung Pembangunan Berkelanjutan Di Indonesia. *Kebijakan Pajak Karbon Menuju Transisi Hijau Untuk Mendukung Pembangunan Berkelanjutan Di Indonesia*. Jakarta: Badan Kebijakan Fiskal Kementerian Keuangan Republik Indonesia.
- Kementerian ESDM. (2018). *Cadangan Batubara Indonesia Sebesar 26 Miliar Ton*. Retrieved Desember 1, 2021, from <https://www.esdm.go.id/id/media-center/news-archives/cadangan-batubara-indonesia-sebesar-26-miliar-ton>
- Kementerian ESDM. (2020, September 23). *Siaran Pers No. 286.Pers/04/SJI/2020*. Retrieved Desember 1, 2023, from Kementerian ESDM Web site: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/hingga-juni-2020-kapasitas-pembangkit-di-indonesia-71-gw>
- Kementrian ESDM. (2023). *Potensi Biomassa Menjanjikan, Indonesia Prediksi Hasilkan Listrik Setara 56,97 GW, SIARAN PERS NOMOR: 470.Pers/04/SJI/2023, Tanggal: 5 Oktober 2023 - Kementerian ESDM RI - Media Center - Arsip Berita - Potensi Biomassa Menjanjikan, Indonesia Prediksi Hasi*. Retrieved January 15, 2024, from

<https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/potensi-biomassa-menjanjikan-indonesia-prediksi-hasilkan-listrik-setara-5697-gw>

- Kenneth M. Bryden, K. W.-C. (2011). *Combustion Engineering*. CRC Press.
- Kitto, J. B., & Stultz, S. C. (2005). *Steam (Its Generation and Use)*. Ohio: The Babcock & Wilcox Company.
- Liu, L., Memon, M. Z., Xie, Y., Gao, Y., Dong, J., Gao, Y., . . . Ji, G. (2023). recent advances of research in coal and biomass co-firing for electricity and heat generation. *Circular Economy*, 2, 100063.
- Marko O. OBRADOVIĆ, D. B. (2019). Practical Assessment Of Grinding Capacity And Power Consumption Based On Hardgrove Grindability Index And Coal Characteristics. *THERMAL SCIENCE*, S1533-S1542.
- Milicevic, A., Belosevic, S., Crnomarcovic, N., Tomanovic, I., Stojanovic, A., Tucakovic, D., Defu, C. (2021). Numerical study of co-firing lignite and argicultural biomass in utility boiler under variable operation conditions. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 181, 121728.
- PLN Persero Pusdiklat Suralaya. (2006). Pengoperasian Unit PLTU Modul 3. PT.PLN PERSERO PUSDIKLAT SURALAYA.
- Prayoga, T. A. (2020). *Optimasi Coal Blending Terhadap Efisiensi Boiler di Unit 7 PT. Indonesia Power Suralaya PGU*. Jakarta: Institut Teknologi PLN.
- PT. ITS Tekno. (2023). *Study Of Coal Co-Firing Using Biomass Unit 7&8*. SURABAYA: PT ITS Tekno.
- PT. PLN. (2020, September 9). *Proyeksi Perencanaan Ketenagalistrikan Melalui RUPTL*. Jakarta: Corporate Planning Directorate.
- PUSDIKLAT PLN. (2006). *Prinsip Kerja PLTU*. PT PLN (PERSERO) Pusat Pendidikan dan Pelatihan.
- Puspita, R. A. (2022). *Analisa Pengaruh Rasio Bahan bakar Biomassa Pada Proses Co-Firing Terhadap Performa Boiler PLTU 660 MW PT PJB UBJ O&M*

- Paiton Menggunakan Simulasi Cycle Tempo 5.0*. Surabaya: Institute Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Rizal, R. (2021). *Pengaruh Variasi Rasio Co-Firing Bahan Bakar Batu Bara Dan Biomassa Terhadap Performa Pltu , Daya Dan Kapasitas Fan Pltu Unit 3 Paiton Supercritical 815 Mw Dengan Simulasi Cycle Tempo 5.0*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Sampurno, D. (2010, Maret 1). Boiler Training (Internal Training PT. POMI). Paiton, Jawa Timur, Indonesia: PT. POMI.
- Septiawan, E. (2020). *Analisis Pengaruh Coal Blending Terhadap Nilai Efisiensi Boiler Unit 2 PLTU Ombilin PT. PLN UPK Ombilin*. Jakarta: Institut Teknologi PLN.
- Sirait, D. S. (2021). *Simulasi Cycle Tempo Pengaruh Rasio Co-Firing Dengan Variasi Jenis Biomassa terhadap Performa PLTU 710 MW*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Sloss, L. L. (2014). *Blending of coals to meet power station requirements*. London: IEA Clean Coal Centre.
- Speight, J. G. (2005). *Handbook of Coal Analysis*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Suprpto, S. (2009). Blending Batubara untuk Pembangkit Listrik (Studi Kasus PLTU Suralaya Unit 1-4). *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara Vol, 05*, 31-39.
- Suyatno, S., Hariana, H., Prismantoko, A., Putra, H. P., Sunyoto, N. M., Darmawan, A., Aziz, M. (2023). Assesment of Potential tropical woody biomassa for coal co-firing on slagging and fouling aspects. *Thermal Science and engineering Progress*, 44, 102046.

- Tae-Young Mun, T. Z. (2016). Performance evaluation of co-firing various kinds of biomass with low rank coals in a 500 MWe coal-fired power plant. *Energy*, 954 - 962.
- Tajalli, a. (2015). *Panduan Penilaian Potensi Biomassa Sebagai Sumber Energi Alternatif di Indonesia*. Penabulu alliance.
- Tambunan, J. J. (2021). *Simulasi Cycle Tempo Pengaruh Rasio Co-Firing dan Variasi Biomassa Terhadap Performa PLTU Kapasitas 696,7 MW*. Surabaya: Institut teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- The American Society of Mechanical Engineers. (1996). *ASME PTC-6 Performance Test Code 6 on Steam Turbines*. New York, NY 10017: The American Society of Mechanical Engineers.
- The American Society of Mechanical Engineers. (2009). *ASME PTC 4-2008 (Revision of ASME PTC 4-1998) - Fired Steam Generator Performance Test Codes*. New York: Three Park Avenue.
- Wenyu Mo, K. D. (2023). Technical-economic-environmental analysis of biomass direct and indirect co-firing in pulverized coal boiler in China. *Journal of Cleaner Production*, 139119.
- Wilda Prihatiningtyas, S. W. (2023). Perspektif Keadilan Dalam Kebijakan Perdagangan Karbon (Carbon Trading) Di Indonesia Sebagai Upaya Mengatasi Perubahan Iklim. *Jurnal Ilmu Hukum*, 163-186.
- Yaowen Xing, F. G. (2019). Separation of unburned carbon from coal fly ash: A review. *Powder Technology*, 372-384.
- Yunus A. Cengel, M. A. (2002). *Thermodynamics: An Engineering Approach*. The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Zhennan Han, X. Z. (2016). Comparison of Direct Combustion in a Circulating Fluidized Bed System and Decoupling Combustion in a Dual Fluidized Bed System for Distilled Spirit Lees. *Energy & Fuels*, 30, (3), pp. 1693–1700.

LAMPIRAN.

Lampiran 1. Komposisi Batubara *MRC Dan LRC*

NO	COAL PROPERTIES	UNIT	CMHV	CHSF	CHHV	CLHV
1	Total Moisture	%	28,9	23,13	20,93	30,66
2	Kadar Abu (Ash Content)	%	2	6,88	4,69	4,55
3	Volatile matter	%	34,9	39,7	36,24	33,46
4	Fix Carbon	%	34,2	44,08	38,14	31,33
5	GCV	Kcal/kg	4790	5100	5346	4630
6	HGI		44	46	45	54
7	Total Sulfur	%	0,08	0,6	0,14	0,22
8	Carbon	%	50	66,24	55,87	48,47
9	Hydrogen	%	3,66	4,43	4,06	3,43
10	Nitrogen	%	0,69	1,37	1,02	0,75
11	Oxygen	%	14,67	20,48	13,29	11,92

Lampiran 2. Perhitungan Validasi Simulator

Perhitungan untuk parameter validasi data simulator dimulai dengan menghitung Component of Mass bahan bakar, kemudian menghitung mass flow rate bahan bakar dan udara, lalu menghitung performansi sistem. Perhitungan dilaksanakan terhadap PLTU XY ketika beroperasi dengan batu bara dengan nilai MRC dan LRC, dengan nilai GCV campuran 4945 dan 4988 Kcal/kg. Untuk mengetahui berapakah nilai kandungan batubara hasil dari campuran batubara menggunakan metode rata-rata, Sebagai contoh perhitungan ini akan menggunakan data pada pengujian 2. Dimana persamaan untuk menghitung besarnya kandungan batubara pada campuran dari jenis yang berbeda sesuai dengan persamaan (2.1). Perhitungan component of mass Bahan bakar dilakukan untuk mengetahui nilai dari high heating value serta low heating value untuk dimasukkan ke dalam parameter bahan bakar pada cycle tempo.

$$\text{Properties BBC} = \frac{(\text{Properties BB1} \times \text{Rasio BB1}) + (\text{Properties BB2} \times \text{Rasio BB2})}{\text{Rasio BB1} + \text{rasio BB2}}$$

GCV properties campuran

$$\text{Properties GCV Campuran BB} = \frac{(4790 \times 50\%) + (5100 \times 50\%)}{50\% + 50\%}$$

$$\text{Properties GCV Campuran BB} = 4945 \text{ kCal/kg.}$$

Perhitungan Dulong untuk HHV dan LHV

$$HHV = 33950.C + 144200 \left(H_2 - \frac{O_2}{8} \right) + 9400.S$$

$$HHV = 33950 \times 0.5217 + 144200 \left(0.03745 - \frac{0.12605}{8} \right) + 9400 \times 0.0018$$

$$HHV = 20856,874 \text{ Kj/kg.}$$

$$LHV = HHV - 2400 (M + 9H_2)$$

$$LHV = 20856,874 \text{ Kj/kg} - 2400 (0.25795 + 9 \times 0.03745)$$

$$LHV = 19428,874 \text{ Kj/kg}$$

Perhitungan Kebutuhan bahan bakar dan air *Fuel ratio* as desain.

$$Q_{Boiler} = \dot{m}_{Steam} (h_{Steam} - h_{feedwater})$$

$$Q_{Boiler} = \dot{m}_{15} (h_{15} - h_{11})$$

$$Q_{Boiler} = 568,89 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \left(3382,89 \frac{\text{Kj}}{\text{s}} - 807,51 \frac{\text{Kj}}{\text{s}} \right)$$

$$Q_{Boiler} = 1465107,93 \text{ kW}$$

$$Q_{Usefuel} = Q_{Boiler} + (\Delta h_{Reheater} \cdot \dot{m}_{Reheater})$$

$$Q_{Usefuel} = Q_{Boiler} + ((h_{18} - h_{17}) \cdot \dot{m}_{18})$$

$$Q_{Usefuel} = 1465107,93 \text{ kW} + \left(\left(3526,12 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} - 3017,25 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} \right) \times 471,057 \text{ kg/s} \right)$$

$$Q_{Usefuel} = 1704814,7 \text{ kW}$$

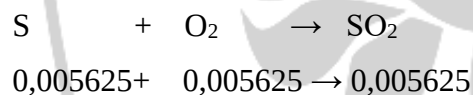
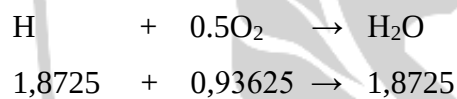
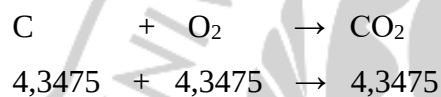
$$\dot{m}_{Fuel} = \frac{Q_{Usefuel}}{LHV}$$

$$\dot{m}_{Fuel} = \frac{11704814,7 \text{ kW}}{19428,874 \text{ Kj/kg}}$$

$$\dot{m}_{Fuel} = 87,746 \text{ kg/s}$$

Reaksi pembakaran batubara diketahui dengan cara menyeimbangkan reaksi kimia menggunakan jumlah mol setiap unsur yang bereaksi dengan oksigen dan menghasilkan jumlah mol oksigen yang diperlukan untuk pembakaran. Reaksi pembakaran unsur batubara *as received basis*:

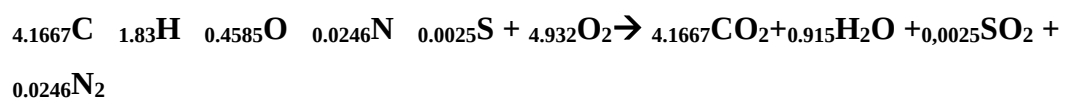
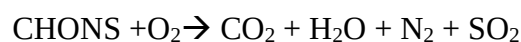
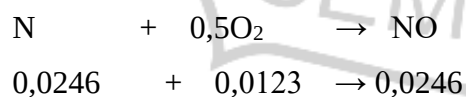
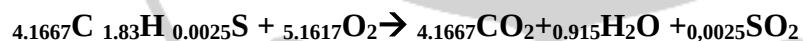
Reaksi Pembakaran:



Jumlah Mol oksigen pembakaran

$$4,3475 + 0,93625 + 0,005625 = 5,289375$$

Reaksi pembakaran batubara secara keseluruhan:



Oksigen dalam jumlah tertentu diperoleh dari hasil reaksi kimia pembakaran dengan unsur karbon, hidrogen, dan sulfur yang bereaksi dengan oksigen, jumlah mol oksigen adalah 5,321, sedangkan pada reaksi kimia pembakaran batubara secara keseluruhan, jumlah mol oksigen adalah 4,927 kmol/100kgBB. Total Kebutuhan O₂ adalah 4,927 Kmol/100kgBB. Kebutuhan udara teoritis (dengan asumsi 1 kmol udara mengandung 0,2097 kmol O₂) sehingga:

$$TA = 4,927 \frac{\text{kmol}}{100\text{kgBB}} \times \frac{1 \text{ kmol udara}}{0,2097 \text{ kmol O}_2} = 23,496 \frac{\text{kmol udara}}{100\text{kgBB}}$$

Kebutuhan udara kering (dengan asumsi massa molar udara 28,97 kg udara/kmol udara)

$$DA = TA \times \text{Keb udara kering}$$

$$DA = 23,496 \frac{\text{kmol udara}}{100 \text{ kg BB}} \times 28,97 \frac{\text{Kg udara}}{\text{kmol udara}} = 680,674 \frac{\text{kg udara}}{100 \text{ kgBB}}$$

Kebutuhan udara dengan *excess air* sebesar 20% (berdasarkan desain boiler)

$$DA_{EA} = (DA \times (1 + \frac{\text{Ratio EA}}{100}))$$

$$DA_{EA} = (680,674 \frac{\text{kg udara}}{100\text{kgBB}} \times (1 + \frac{20}{100})) = 816,809 \frac{\text{kg udara}}{100\text{kgBB}}$$

Kebutuhan udara aktual (asumsi *Temperatur dry bulb* (TDB) sebesar 30°C dan *relative humidity* (φ) sebesar 80% sehingga *absolute humidity* (ω) sebesar 0,0215. sehingga

$$AA = (DA_{EA} \times (1 + \omega))$$

$$AA = (816,809 \frac{\text{kg udara}}{100\text{kgBB}} \times (1 + 0,0215)) = 834,370 \frac{\text{kg udara}}{100\text{kgBB}}$$

$$\text{AFR} = \frac{AA}{100} \cdot \frac{\text{kg udara}}{\text{kgBB}}$$

$$AFR = 8,344 \frac{kg_{udara}}{kg_{BB}}$$

$$\dot{m}_{bahan\ bakar} = 89,05 \text{ kg/s}$$

$$\dot{m}_{udara} = AFR \cdot \dot{m}_{bahan\ bakar}$$

$$\dot{m}_{udara} = 8,344 \frac{kg_{udara}}{kg_{BB}} \cdot 87,746 \frac{kg}{s} = 732,130 \frac{kg_{udara}}{s}$$

Menghitung kebutuhan udara antara Primari air dan secondary air data dari perbandingan desain flow antara 2 Fan (PA:SA = 28:72)

$$\dot{m}_{pa} = 204,996 \text{ kg/s}$$

$$\dot{m}_{sa} = 527,134 \text{ kg/s}$$

Perhitungan Daya Bersih

Dengan menggunakan data Inputan diatas, di dapatkan daya pemakaian sendiri sebagai berikut.

$$W_{Ownusage} = W_{BFP} + W_{IDF} + W_{FDF} + W_{PAF} + W_{Pump} - W_{BFPT}$$

$$W_{Ownusage} = 15865,12 + 6354,42 + 1281,06 + 2657,79 + 3236,11 - 13957,02$$

$$W_{Ownusage} = 13532,38 \text{ kW}$$

$$W_{net} = W_{Gross} + W_{Own\ usage}$$

$$W_{net} = 627042 \text{ kW} - 13532,38 \text{ kW}$$

$$W_{net} = 613509,62 \text{ kW}$$

Lampiran 3. Tabel Data Inputan Simulator Pada Semua Beban.

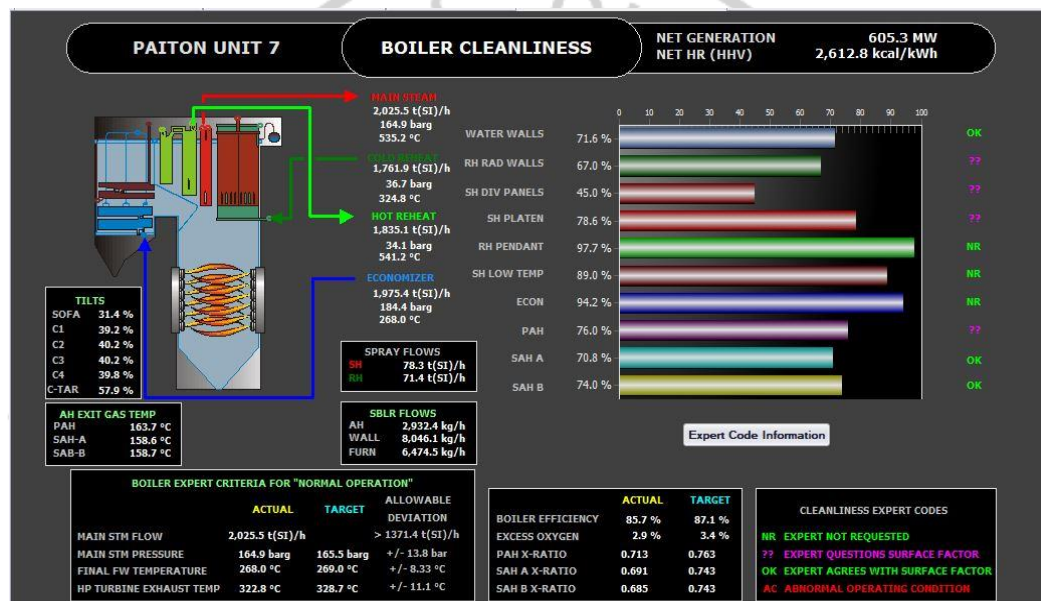
APPARATUS	INPUT DATA	100% Load	75% Load	50% Load
SOURCE /PVR	POUT	1,030	1,030	1,030
	TOUT	30,000	30,000	30,000
	DELM	90,340	71,640	59,690
COMBUSTOR 25	EEQCOD	2,000	2,000	2,000
	DELP	0,000	0,000	0,000
	ESTOFR	8,230	8,230	8,230
Turbine HP	PIN	174,760	164,890	163,330
	TIN	535,000	533,800	513,800
	ETHAI	0,865	0,865	0,865
IP TURBINE	PIN	32,800	23,360	18,820
	ETHAI	0,865	0,865	0,865
LP TURBINE	PIN	10,050	6,930	4,660
	ETHAI	0,865	0,865	0,865
GENERATOR	ETAGEN	0,868	0,868	0,868
SEAWATER	PIN	1,030	1,030	1,030
	DELP	0,000	0,000	0,000
	DELT	0,000	0,000	0,000
CONDENSER	EEQCOD	1,000	1,000	1,000
	PIN 1	1,250	1,250	1,250
	DELP1	0,000	0,000	0,000
	TIN1	31,000	31,000	31,000
	TOUT	39,410	39,410	39,410
	PIN2	0,099	0,099	0,099
	DELP2	0,000	0,000	0,000
	SATCOD	0,000	0,000	0,000
CE PUMP	PIN	0,090	0,090	0,090
	POUT	36,000	36,000	36,000
	DELT	0,000	0,000	0,000
HEATER 100	DELP1	0,000	0,000	0,000
	TOUT1	66,000	58,500	49,800
	SATCOD	0,000	0,000	0,000
	PIN2	0,317	0,220	0,146
	DELP2	0,000	0,000	0,000
	DELTL	5,600	5,600	5,600
	DELTH	2,800	2,800	2,800
HEATER 200	PIN1	36,000	36,000	36,000
	DELP1	0,000	0,000	0,000
	TOUT1	87,000	77,900	67,900
	SATCOD	0,000	0,000	0,000
	PIN2	0,737	0,508	0,330
	DELP2	0,000	0,000	0,000

	DELTL	5,600	5,600	5,600
	DELTH	2,800	2,800	2,800
HEATER 300	PIN1	36,000	36,000	36,000
	DELP1	0,000	0,000	0,000
	TOUT1	106,000	97,500	86,400
	SATCOD	0,000	0,000	0,000
	PIN2	1,530	1,870	0,770
	DELP2	0,000	0,000	0,000
	DELTL	5,600	5,600	5,600
	DELTH	2,800	2,800	2,800
HEATER 400	PIN1	36,000	36,000	36,000
	DELP1	0,000	0,000	0,000
	TOUT1	128,000	116,300	104,100
	SATCOD	0,000	0,000	0,000
	PIN2	2,900	2,010	1,340
	DELP2	0,000	0,000	0,000
	DELTL	5,600	5,600	5,600
	DELTH	2,800	2,800	2,800
DEAERATOR	PIN	12,080	6,936	4,660
	TOUT	170,500	162,900	147,700
BFP	POUT	177,000	174,000	169,000
	ETHAI	0,830	0,830	0,830
BFPT	PIN	10,050	6,936	4,660
	ETHAI	0,810	0,810	0,810
BFPT VALVE	FLOW	24,440	16,370	11,510
HEATER 600	PIN1	207,860	176,980	171,810
	DELP1	0,000	0,000	0,000
	TOUT1	206,600	188,700	172,000
	SATCOD	0,000	0,000	0,000
	PIN2	18,130	12,070	8,730
	DELP2	0,000	0,000	0,000
	DELTL	5,600	5,600	5,600
	DELTH	-1,100	-1,100	-1,100
HEATER 700	PIN1	207,860	176,980	171,810
	DELP1	0,000	0,000	0,000
	TOUT1	246,000	232,300	212,200
	SATCOD	0,000	0,000	0,000
	PIN2	37,120	29,930	20,410
	DELP2	0,000	0,000	0,000
	TOUT2	0,000	0,000	0,000
	DELTL	5,600	5,600	5,600
	DELTH	-0,800	-0,800	-0,800
HEATER 800	PIN1	207,860	176,980	171,810
	DELP1	0,000	0,000	0,000

	TOUT1	272,000	252,500	229,500
	SATCOD	0,000	0,000	0,000
	PIN2	56,800	42,000	33,620
	DELP2	0,000	0,000	0,000
	DELTL	5,600	5,600	5,600
	DELTH	-1,700	-1,700	-1,700
WATERWALL	EEQCOD	2,000	2,000	2,000
	TOUT1	358,000	342,300	328,300
	DELP2	0,000	0,000	0,000
SUPERHEATER	EEQCOD	2,000	2,000	2,000
	POUT1	174,790	165,390	161,850
	DELP1	0,000	0,000	0,000
	TOUT1	537,400	534,470	506,300
	DELP2	0,000	0,000	0,000
MSVALVE	FLOW	634,910	451,000	368,680
	PRESSURE LOSS	0,000	0,000	0,000
STEAMDRUM	PIN	166,700	164,700	160,000
REHEATER	EEQCOD	2,000	2,000	2,000
	PIN1	37,310	27,330	22,000
	POUT1	32,800	23,260	18,800
	TOUT1	524,560	513,930	478,960
	DELP2	0,000	0,000	0,000
ECONOMIZER	EEQCOD	2,000	2,000	2,000
	TOUT1	326,000	342,120	328,000
	DELP2	0,000	0,000	0,000
SAH	EEQCOD	2,000	2,000	2,000
	DELP1	0,000	0,000	0,000
	TOUT1	328,400	311,400	290,700
	DELP2	0,000	0,000	0,000
	TIN2	359,250	337,240	311,000
	TOUT2	349,500	144,400	306,000
PAH	EEQCOD	2,000	2,000	2,000
	DELP1	0,000	0,000	0,000
	TOUT1	328,400	311,400	280,000
	DELP2	0,000	0,000	0,000
	TOUT2	161,700	144,400	136,000
SOURCE FDF	POUT	0,010	0,010	0,010
	TOUT	35,450	35,450	35,450
	DELM	601,000	471,000	430,000
FDFAN	POUT	0,017	0,014	0,012
	ETHAI	0,900	0,900	0,900
SOURCE PAF	POUT	0,010	0,010	0,010
	TOUT	35,000	35,000	35,000

	DELM	193,000	194,400	180,000
PAFAN	DELP	-0,018	-0,017	-0,015
	ETHAI	0,900	0,900	0,900
IDFAN	DELP	-0,010	-0,009	-0,008
	ETHAI	0,310	0,310	0,860

Lampiran 4. Gambar Operasional DCS



Lampiran 5. Perbandingan Data Simulasi Dan Operasional 100% Load.

EQUIPMENT	PARAMETER	UNIT	SIMULATOR	AKTUAL OPERASIONAL	DEVIASI
HP TURBIN	PRESSURE	bar	170,10	165,05	0,030
	FLOW	kg/s	578,90	578,90	0,000
	TEMPERATUR	C	532,08	532,09	0,000
IP TURBIN	PRESSURE	bar	35,47	33,79	0,047
	FLOW	kg/s	478,68	497,46	-0,039
	TEMPERATUR	C	533,12	532,50	0,001
LP TURBINE	PRESSURE	bar	7,34	7,33	0,001
	FLOW	kg/s	410,87	419,84	-0,022
	TEMPERATUR	C	326,23	336,65	-0,032
CONDENSATE PUMP	DISC PRESSURE	bar	35,00	33,88	0,032
	TEMPERATUR	C	46,58	46,25	0,007
BFPT	PRESSURE	bar	7,31	7,31	0,000
	TEMPERATUR	C	310,57	324,20	-0,044
BFP	PRESSURE	bar	192,70	192,72	0,000
	FLOW	kg/s	578,90	588,87	-0,017
	TEMPERATUR	C	180,13	172,67	0,041
PVR	COAL FLOW	kg/s	87,75	87,64	0,001
BOILER	AFR	kg/kg	8,34	8,04	0,036
KEB UDARA	AIR FLOW	kg/s	738,13	744,09	-0,008
FD FAN	AIR FLOW	kg/s	204,99	205,75	-0,004
PA FAN	AIR FLOW	kg/s	527,13	538,34	-0,021
ID FAN	AIR FLOW	kg/s	819,86	857,75	-0,046
FD FAN	Power	kW	1284,06	1286,09	-0,002
PA FAN	Power	kW	2657,79	2635,00	0,009
ID FAN	Power	kW	6354,42	6386,90	-0,005
W net	Daya	kW	614509,65	614716,04	-0,0003
Eff Total	Effisiensi	%	35,90	35,71	0,005

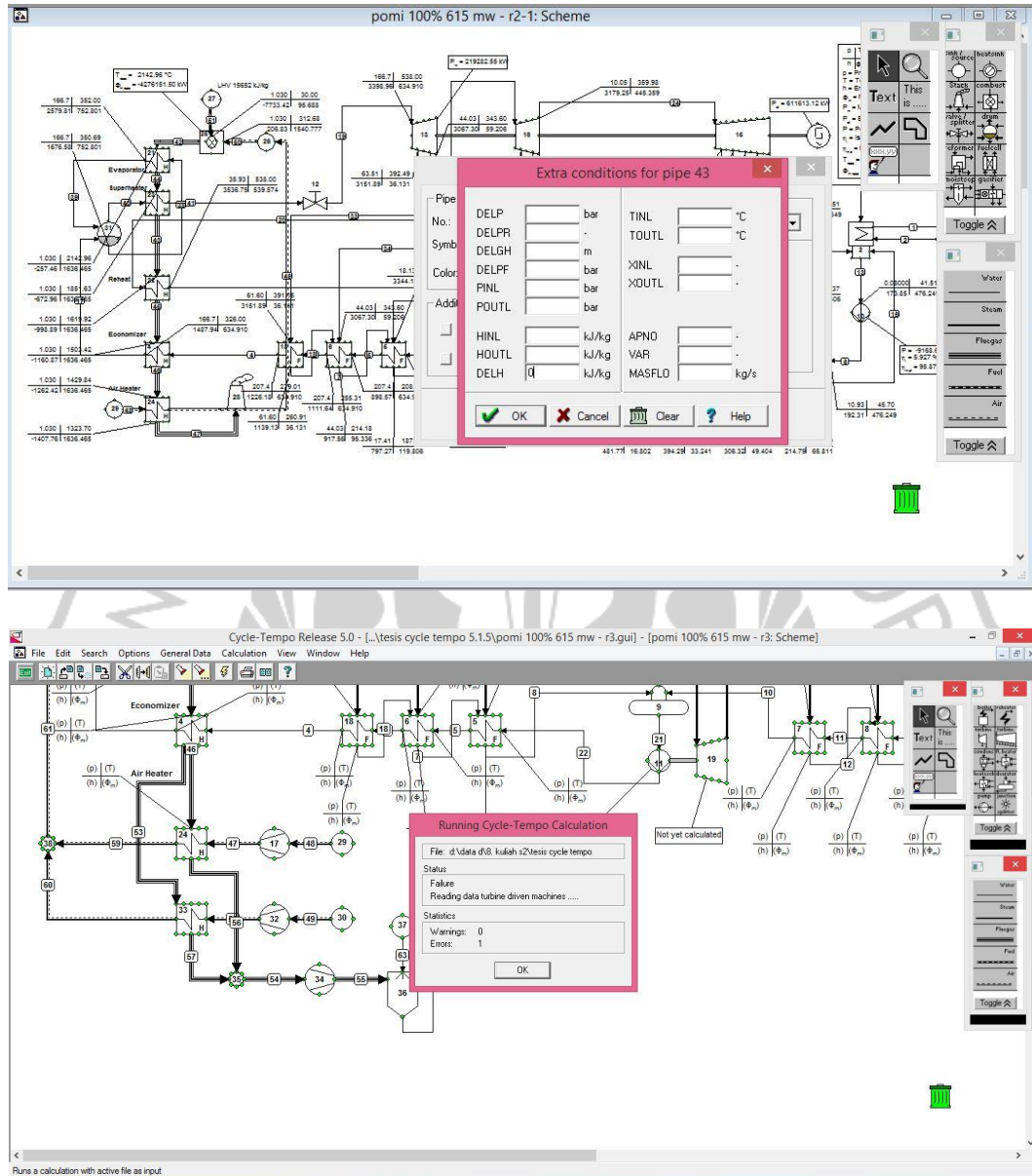
Lampiran 6. Perbandingan Data Simulasi Dan Operasional 75% Load

EQUIPMENT	PARAMETER	UNIT	SIMULATOR	AKTUAL OPERASIONAL	DEVIASI
HP TURBIN	PRESSURE	bar	159,00	153,04	0,038
	FLOW	kg/s	436,80	436,81	0,000
	TEMPERATUR	C	537,80	537,86	0,000
IP TURBIN	PRESSURE	bar	26,80	26,90	-0,004
	FLOW	kg/s	379,45	379,59	0,000
	TEMPERATUR	C	537,01	528,05	0,017
LP TURBINE	PRESSURE	bar	5,41	5,41	0,000
	FLOW	kg/s	316,29	317,84	-0,005
	TEMPERATUR	C	316,40	319,09	-0,009
CONDENSATE PUMP	DISC PRESSURE	bar	37,70	38,23	-0,014
	TEMPERATUR	C	46,28	44,04	0,048
BFPT	PRESSURE	bar	5,24	5,25	-0,001
	TEMPERATUR	C	312,49	319,09	-0,021
BFP	PRESSURE	bar	173,20	173,23	0,000
	FLOW	kg/s	436,80	438,31	-0,003
	TEMPERATUR	C	161,18	159,20	0,012
PVR	COAL FLOW	kg/s	70,34	69,37	0,014
BOILER	AFR	kg/kg	8,83	8,83	0,000
KEB UDARA	AIR FLOW	kg/s	633,58	650,06	-0,026
FD FAN	AIR FLOW	kg/s	186,34	192,67	-0,034
PA FAN	AIR FLOW	kg/s	447,24	457,39	-0,023
ID FAN	AIR FLOW	kg/s	731,28	744,97	-0,019
FD FAN	Power	kW	1142,89	1091,32	0,045
PA FAN	Power	kW	2644,91	2654,25	0,024
ID FAN	Power	kW	4617,40	4479,04	0,030
W net	Daya	kW	461815,81	461967,90	0,0003
Eff Total	Effisiensi	%	33,79	33,59	0,006

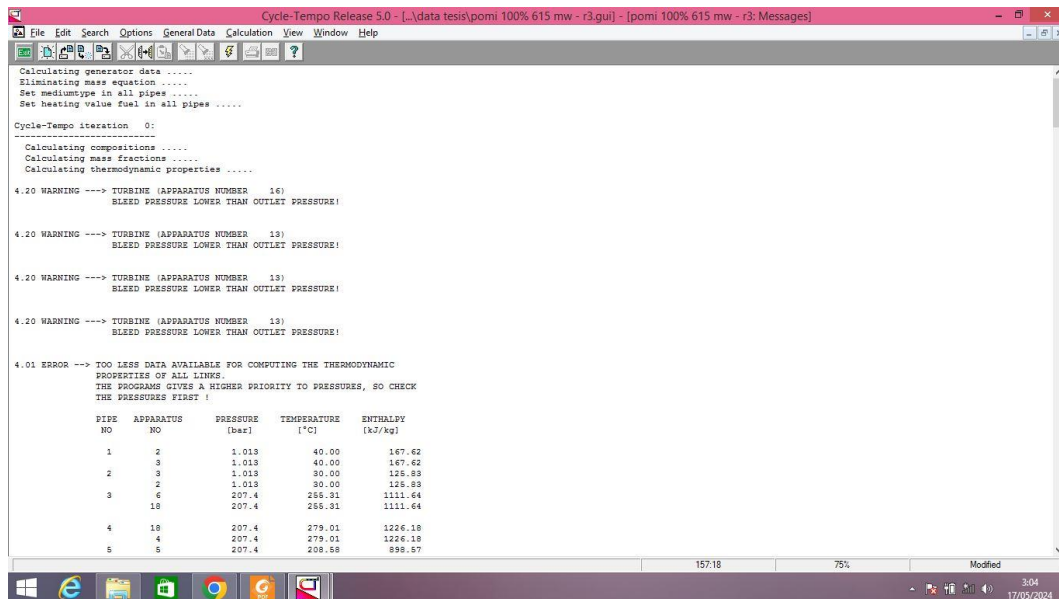
Lampiran 7. Perbandingan Data Simulasi Dan Operasional 50% Load

EQUIPMENT	PARAMETER	UNIT	SIMULATOR	AKTUAL OPERASIONAL	DEVIASI
HP TURBIN	PRESSURE	bar	154,48	149,48	0,032
	FLOW	kg/s	304,98	298,94	0,020
	TEMPERATUR	C	536,66	535,66	0,002
IP TURBIN	PRESSURE	bar	19,17	19,179	0,000
	FLOW	kg/s	270,58	268,45	0,008
	TEMPERATUR	C	525,04	525,03	0,000
LP TURBINE	PRESSURE	bar	3,55	3,40	0,043
	FLOW	kg/s	233,32	222,53	0,046
	TEMPERATUR	C	321,76	330,18	-0,026
CONDENSAT E PUMP	DISC PRESSURE	bar	40,20	40,23	-0,001
	TEMPERATUR	C	42,78	41,09	0,040
BFPT	PRESSURE	bar	3,52	3,40	0,034
	TEMPERATUR	C	304,27	315,85	-0,038
BFP	PRESSURE	bar	163,30	161,27	0,012
	FLOW	kg/s	304,98	301,44	0,012
	TEMPERATUR	C	147,86	146,13	0,012
PVR	COAL FLOW	kg/s	50,15	51,54	-0,028
BOILER	AFR	kg/kg	9,56	9,89	-0,035
KEB UDARA	AIR FLOW	kg/s	498,68	514,20	-0,031
FD FAN	AIR FLOW	kg/s	329,58	337,08	-0,023
PA FAN	AIR FLOW	kg/s	169,10	177,12	-0,047
ID FAN	AIR FLOW	kg/s	548,83	571,46	-0,041
FD FAN	Power	kW	528,47	512,89	0,029
PA FAN	Power	kW	2475,32	2428,39	0,019
ID FAN	Power	kW	3005,20	2983,91	0,007
W net	Daya	kW	304116,10	304386,22	-0,0008
Eff Total	Effisiensi	%	31,21	30,95	0,008

Lampiran 8. Proses Memasukkan Inputan Data Dan Menjalankan Simulasi



Lampiran 9. Tampilan Menunjukkan Hasil *Error* Dan *Warning*.



Lampiran 10. Tabel Hasil Analisa Kandungan Biomassa

SAMPLE IDENTIFICATION : WOOD PELLET
(STATED BY CLIENT)

We have tested the sample (s) submitted and the following results were obtained :

Parameters	Unit	AR	ADB	DB	Test Method
Total Moisture	% wt	7.08	---	---	ASTM E 871 – 82(2019)
Moisture in the Analysis Sample	% wt	---	2.74	---	ASTM D 3173 – 17
Ash Content	% wt	2.03	2.13	2.19	ASTM D 3174 – 12(2018)e1
Volatile Matter	% wt	72.26	78.78	81.00	ASTM D 3175 – 20
Fixed Carbon	% wt	15.62	16.35	16.81	ASTM D 3172 – 13
Total Sulfur	% wt	0.24	0.25	0.26	ASTM D 4239 – 18e1 B
Gross Calorific Value	Kcal/Kg	4371	4575	4704	ASTM D 5865 – 19
Carbon	% wt	44.69	46.78	48.10	ASTM D 5373 – 21
Hydrogen	% wt	5.57	5.83	5.99	ASTM D 5373 – 21
Nitrogen	% wt	0.43	0.45	0.46	ASTM D 5373 – 21
Oxygen	% wt	39.96	41.82	43.00	ASTM D 3176 – 15
Hardgrove Grindability Index		21			ASTM D 409M – 16

Lampiran 11. Hasil Analisa Kandungan Dengan Metode *Ultimate Analysis*

ULTIMATE ANALYSIS		
Data	Value	Unit
C	44,69	%ar
H	5,57	%ar
O	39,96	%ar
N	0,43	%ar
S	0,24	%ar
HHV	4371	Kkal/kg

Lampiran 12. Hasil Analisa Kandungan Biomassa Dengan Metode *Proximate Analysis*

PROXIMATE ANALYSIS		
Data	Value	Unit
FIXED CARBON	15,62	%ar
VOLATILE MATTER	72,26	%ar
ASH	5,04	%ar
MOISTURE	7,08	%ar

Lampiran 13. Hasil Uji Analisa Kandungan Batubara MRC

SI A - 101353

MRC

KAN
Komite Akreditasi Nasional
LIK-MIN/BA05/01
Rev 04

SERTIFIKAT PENGAMBILAN SAMPEL DAN ANALISA

(Certificate of Sampling and Analysis)

No : COA- 1903238039A/19K/MB.05/DJB.B/2021/03/2023

Parameter	Unit	Result	Methods			
		AR	ADB	DB	DAFB	
Total Moisture	%	27,99	-	-	-	ASTM D 3302
Proximate	Moisture in the Analysis Sample	-	17,42	-	-	ASTM D 3173
	Ash Content	5,16	5,92	7,17	-	ASTM D 3174
	Volatile Matter	33,34	38,23	46,29	49,87	ASTM D 3175
	Fixed Carbon	33,51	38,43	46,54	50,13	By Different
Total Sulphur	%	0,34	0,39	0,47	0,51	ASTM D 4239
Gross Calorific Value	Kcal/Kg	4805	5510	6672	7188	ASTM D 5865
Ultimate	Total Carbon	54,17	62,45	74,56	80,46	ASTM D 5373
	Total Hydrogen	3,01	5,29	4,15	4,47	
	Nitrogen	1,30	1,50	1,79	1,93	
	Sulfur	0,34	0,39	0,47	0,51	By Different
	Oxygen	8,03	7,03	11,86	12,63	By Different
	Hydrogen Syler	3,71	4,25	5,15	5,54	By Different
	Chlorine	0,0024	0,0027	0,0033	0,0035	ASTM D 4208

SEMARANG

Lampiran 14. Hasil Uji Analisa Kandungan Batubara LRC

LRC

PT SUCOFINDO
UNIT PELAYANAN KELANIS

SUCOFINDO
Unit Pelayanan Kelanis
Jl. Raya Pabelan, Pabelan, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57162
Telp. (0271) 8444444

TEST REPORT

Parameter Analysis (reported results)

		<u>ar</u>	<u>adb</u>	<u>db</u>	<u>daf</u>	
Total Moisture	:	30.5	-	-	-	%
Moisture in analysis	:	-	18.0	-	-	%
Ash Content	:	1.5	1.8	2.2	-	%
Volatile matter	:	35.4	41.8	51.0	52.1	%
Fixed carbon	:	32.6	38.4	46.8	47.9	%
Total sulphur	:	0.09	0.11	0.13	0.14	%
Gross calorific value	:	4641	5476	6678	6828	kcal/kg

Ultimate analysis

		<u>ar</u>		<u>adb</u>		<u>db</u>		<u>dafb</u>	
Total moisture	:	30.5	%	-	%	-	%	-	%
Moisture in analysis	:	-	%	18.0	%	-	%	-	%
Ash content	:	1.5	%	1.8	%	2.2	%	-	%
Carbon	:	48.7	%	57.4	%	70.0	%	71.6	%
Hydrogen *	:	3.64	%	4.29	%	5.23	%	5.35	%
Nitrogen	:	0.64	%	0.75	%	0.91	%	0.94	%
Sulphur	:	0.09	%	0.11	%	0.13	%	0.14	%
Oxygen (by difference)*	:	14.93	%	17.65	%	21.53	%	21.97	%

*excluding water constituents

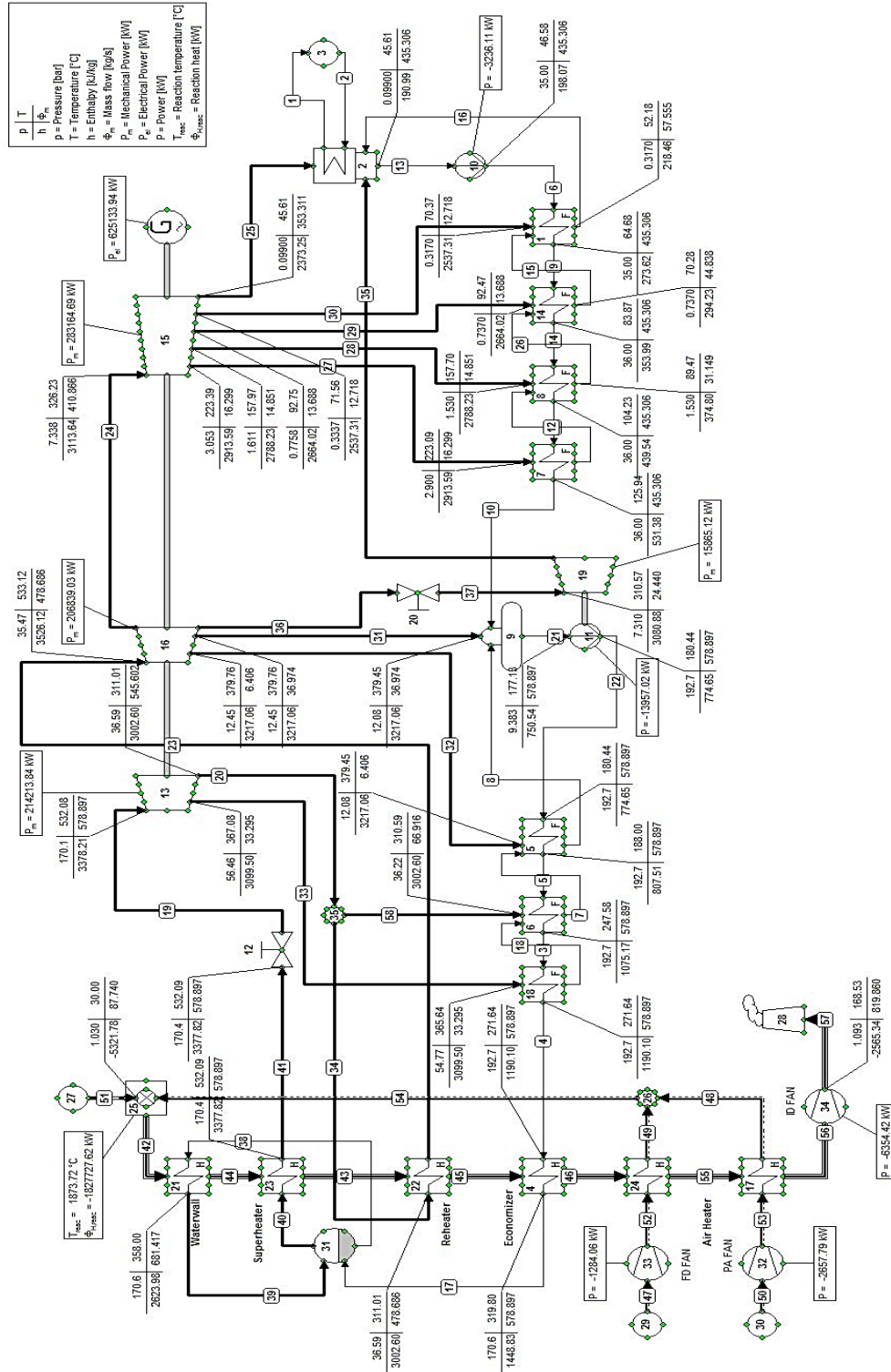
Lampiran 15. Hasil Simulasi Dengan Menggunakan *Cycle Tempo*

SYSTEM EFFICIENCIES, POWER INPUT AND OUTPUT

	NO	APPARATUS	TYPE	ENERGY [kW]	TOTALS [kW]
ABSORBED POWER	27	PVR	10	1704691.69	1704691.69
DELIVERED GROSS POWER	1	GENERATOR		625133.93	
	11	BFP	8	-13957.02	
	19	BFPT	3	15865.12	627042.03
AUX. POWER CONSUMPTION	10	CE Pump	8	3236.11	
	32	PA FAN	29	2657.79	
	33	FD FAN	29	1284.06	
	34	ID FAN	29	6354.42	13532.38
DELIVERED NET POWER					613509.65
EFFICIENCIES		GROSS		36.783 %	
		NET		35.989 %	



Lampiran 16. Diagram Alir Pada Simulator Cycle Tempo 75%

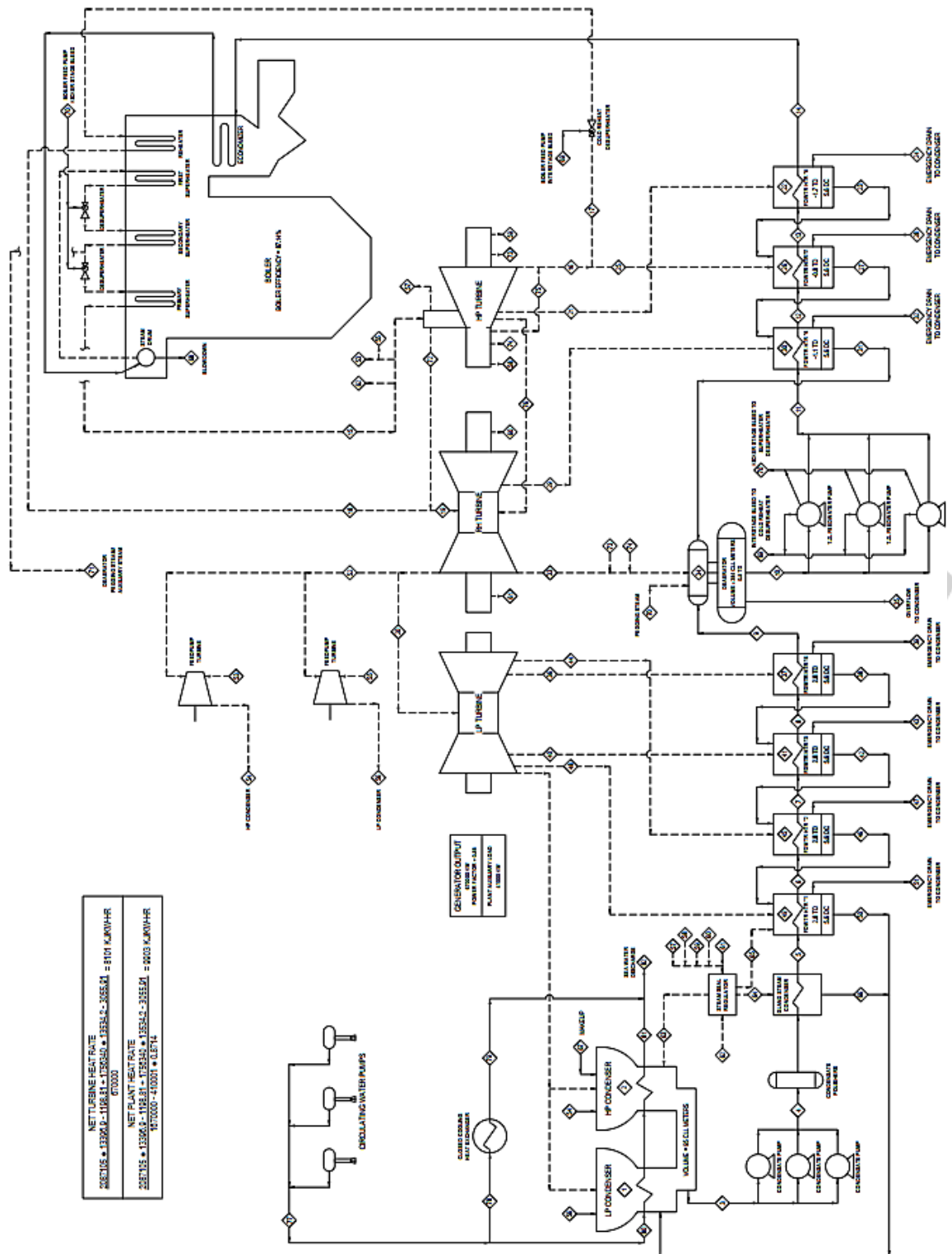


Lampiran 17. Data *Heat Balance* 97% System Desain

DATA HEAT BALANCE 97%				
STREAM NUMBER	FLOW (kg/hr)	PRESSURE (kPa)	ENTHALPHY (kJ/kg)	TEMPERATURE (C)
1	638948	7,38	2357,5	40
2	638948	9,24	2373,7	44,3
3	1572399	9,24	185,4	44,3
4	1572399	3600	185,4	44,3
5	1572399	~	187,6	44,8
6	1572399	~	273,5	65,4
7	1572399	~	359,6	85,9
8	1572399	~	445,5	106,3
9	1572399	~	530,1	126,2
10	2087105	903,8	743,4	175,5
11	2087105	20786	769,3	179
12	2087105	~	874,1	283
13	2087105	~	1086,3	249,9
14	2087105	~	1198,8	273,4
15	2087105	16649	537,8	3396,9
16	1949215	4077	3055,9	335,4
17	1756340	4077	3055,9	335,4
18	1756340	~	3534,2	~
19	1758117	3669	3534,1	537,8
20	1487081	941,4	3152,9	346,8
21	115457	5895	3145,9	385,9
22	~	5659	~	271,8
23	115457	~	1123	255,4
24	0	~	~	~
25	192875	4077	3055,9	335,4
26	~	3914	~	249
27	308333	~	3914	208,6
28	0	~	~	~
29	73203	1685	3315,7	428,7
30	~	1618	~	201,9
31	381536	~	783,6	184,6
32	0	~	~	~
33	125496	941,4	3152,9	346,8
34	~	983,8	743,4	175,5
35	0	~	~	~
36	55092	273	2882,3	287,5
37	~	262	~	129
38	55092	~	469,1	111,8
39	0	~	~	~
40	54742	145	2764,1	145,7

41	0	139	~	109,8
42	109834	~	383	91,4
43	0	~	~	~
44	53589	69,4	2645,7	89,7
45	~	66,6	~	88,7
46	163423	~	296,9	70,9
47	0	~	~	~
48	45762	29,9	2524,8	69
49	~	28,7	~	68,1
50	214425	~	210,9	50,4
51	0	~	~	~
52	77719	941,4	3152,9	346,8
53	0	~	~	~
54	39421	9,58	2469,1	45
55	0	~	~	~
56	38298	7,92	2449	41,5
57	433	~	3396,9	~
58	2023	~	3053,3	~
59	2478	~	3053,3	~
60	1333	~	3152,9	~
61	1333	~	3152,9	~
62	0	~	~	~
63	1089	~	3107,8	~
64	1270	~	3107,8	~
65	6240	~	3107,8	~
66	1270	~	3107,8	~
67	0	~	~	~
68	0	~	~	~
69	0	~	~	~
70	0	~	~	~
71	0	~	~	~
72	1777	~	3396,9	~
73	3899	~	3053,3	~
74	3475	~	3053,3	~
75	17295	~	3345,4	~
76	8348	~	3345,4	~
77	94400000	~	~	29,2
78	5750000	~	~	29,2
79	5750000	~	~	31,8
80	88700000	~	~	29,2
81	88700000	~	~	37,2
82	94400000	~	~	36,9

Lampiran 18. Power Plant Arrangement



Lampiran 19. ASME PTC. Deviasi Yang Diijinkan

TABLE 3.1
PERMISSIBLE DEVIATION OF VARIABLES

Variable	*Permissible Deviation for the Average of the Test Conditions from Design or Rated Conditions	**Permissible Fluctuations During Any Test Run
(a) Initial steam pressure	$\pm 3.0\%$ of the absolute pressure	$\pm 0.25\%$ of the absolute pressure or 5.0 psi (34.5 kPa), whichever is larger
(b) Initial and reheat steam temperature	$\pm 15^\circ\text{F}$ (8K) when superheat is $27^\circ\text{--}50^\circ\text{F}$ (15–30K); $\pm 30^\circ\text{F}$ (16K) when superheat is in excess of 50°F (30K)	$\pm 4^\circ\text{F}$ (2K) where superheat is $27^\circ\text{--}50^\circ\text{F}$ (15–30K); $\pm 7^\circ\text{F}$ (4K) where superheat is in excess of 50°F (30K)
(c) Initial steam quality	± 0.5 percentage points of quality for turbines with wet throttle steam	± 0.1 percentage points of quality for turbines with wet throttle steam
(d) Primary flow	Not specified	Refer to para. 4.10.1
(e) Secondary flows	$\pm 5.0\% \times (\text{primary flow}/\text{secondary flow})$	Same as (d) $\times (\text{primary flow}/\text{secondary flow})$
(f) Pressure drop through fossil unit reheater	$\pm 50.0\%$	
(g) Extraction pressures	$\pm 5.0\%$	
(h) Extraction flows***	$\pm 5.0\%$	
(i) Temperature of feed water leaving final heater	$\pm 10^\circ\text{F}$ (6K)	
(j) Exhaust pressure****	± 0.05 psi (0.34 kPa) or $\pm 2.5\%$ of the absolute pressure, whichever is larger	± 0.02 psi (0.14 kPa) or $\pm 1.0\%$ of the absolute pressure, whichever is larger
(k) Load	Refer to para. 3.13.5	$\pm 0.25\%$
(l) Voltage	$\pm 5.0\%$	
(m) Power factor	Not specified	$\pm 1.0\%$
(n) Speed	$\pm 5.0\%$	$\pm 0.25\%$
(o) Aggregate isentropic enthalpy drop of anyone of the sections of an automatic-extraction turbine	$\pm 10.0\%$	

* In any event, the manufacturer's allowable variations in pressure temperature and speed are not to be exceeded, unless specifically agreed to before the test.

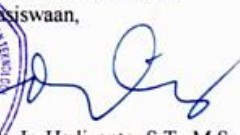
** Fluctuations would be indicated by scatter in the data (refer to para. 3.9.2).

*** When steam is extracted for feedwater heaters, the extraction pressures (which are fixed by the turbine design and flow conditions) may deviate from expected values by a few percent. This normally has a negligible effect upon the overall performance. It shall be ascertained that such deviations as do exist are not due to malfunctioning of feedwater heaters. If large deviations persist, agreement must be reached as to the course to be followed.

**** If it is not practicable to obtain design or rated exhaust pressure, the test may be conducted by agreement at another exhaust pressure, and either party may require that the exhaust pressure correction curve be verified by test.



Lampiran 20. Surat Izin Penelitian Dan Pengambilan Data Dari Kampus

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI	Jalan Imam Bardjo, S.H. No. 5 Semarang Kode Pos 50241 Tel. (024) 8318856 Faks. (024) 8449608 www.pasca.undip.ac.id email: sps@live.undip.ac.id
	UNIVERSITAS DIPONEGORO SEKOLAH PASCASARJANA	
Nomor : 313/UN7.M1.1/AK/1/2024		29 Januari 2024
Hal : Izin Penelitian dan Pengambilan Data		
 Yth. Pimpinan PT. POMI Jl. Raya Surabaya Situbondo KM 141 Probolinggo Jawa Timur		
 Sehubungan dengan dilaksanakannya penyusunan Tesis bagi mahasiswa Program Studi Magister Energi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro, kami mengajukan permohonan izin bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:		
nama	: Kenanga Apriliana Margawadi	
NIM	: 30000422420033	
judul penelitian	: Simulasi Pengaruh Rasio Campuran Biomassa dan Batubara terhadap Performa, Beban dan Effisiensi Boiler Pada Program Co-firing di PT. Paiton Unit 78	
 Untuk dapat melakukan penelitian dan pengambilan data di PLTU Paiton Unit 78 terkait dengan data Co Firing. Rencana kegiatan akan dilaksanakan mulai tanggal 1 Februari 2024 s/d 1 Juli 2024.		
 Atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih.		
		a.n. Dekan, Wakil Dekan Akademik dan Kemahasiswaan,  Prof. Dr. Ir. Hadiyanto, S.T., M.Sc., IPU NIP 197510281999031004
Tembusan:		
1. Ketua Program Studi Magister Energi		
2. Kenanga Apriliana Margawadi		

SEMARANG

Lampiran 21. Izin Penelitian Dan Pengambilan Data Oleh Perusahaan



POMI/KAP/RH/56063-1323

Palton, 09 Februari 2024

Kepada Yth.
Dekan
Program Studi Magister Energi Sekolah Pascasarjana
Universitas Diponegoro
Jl. Imam Bardjo, SH. No. 5, Semarang

Email : sps@live.undip.ac.id

Perihal : Izin Penelitian dan Pengambilan Data

Dengan hormat,

Menunjuk surat permohonan saudara nomor : 313/UN7.MI.1/AK/I/2024 mengenai perihal di atas, bersama ini kami informasikan bahwa kami dapat menerima permohonan saudara pada tanggal **12 Februari 2024** sampai dengan tanggal **12 Juli 2024** atas nama sebagai berikut :

Kenanga Apriliana Margawadi

NIM : 30000422420033

Dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Yang bersangkutan akan ditugaskan di **Departemen Engineering**, di bawah bimbingan **Bapak Amirul Ichwan**. Namun demikian mereka dapat ditugaskan di Departemen lain apabila perusahaan membutuhkan.
2. Saudara akan menanda-tangani Perjanjian Kerahasiaan.

Untuk informasi teknis, dapat berhubungan langsung dengan Ibu Safina Pahlawani di alamat email: Spahlawani@pomi.co.id telp. 0335-771967 ext. 1020.

Kami harapkan saudara mempunyai kartu kepesertaan BPJS Kesehatan/Asuransi Kesehatan lain, membawa Surat Keterangan Sehat dari Dokter dan melampirkan Sertifikat Vaksin Kedua serta Surat Keterangan Kelakuan Baik dari Kepolisian (Polres) jika akan melakukan kunjungan ke PT. POMI.

Demikian pemberitahuan kami. Atas perhatiannya, kami mengucapkan terima kasih.

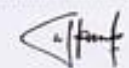
Hormat kami,

Rochman Hidayat
PALTON OPERATION & MAINTENANCE
INDONESIA

Human Capital, Facility & Community Manager

PT POMI (Palton Operation & Maintenance Indonesia)
Jl. Raya Surabaya - Situbondo KM 141, Palton, Probolinggo 67291
Jawa Timur - Indonesia
Office Phone +62 315 771 967
Fax +62 315 772 369

Lampiran 22. Surat Keterangan Check Turnitin

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS DIPONEGORO SEKOLAH PASCASARJANA	Jalan Imam Bardjo, S.H. No. 5 Semarang Kota, Pos. 50241 Telp. (024) 8318800 Faks. (024) 8440008 www.pasca.unsdp.ac.id email: sps[at]live.unsdp.ac.id
SURAT KETERANGAN Nomor: 297/UN7.M1.4/PK/IX/2024		
Perpustakaan Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro telah memeriksa unggahan file atas nama:		
Nama Mahasiswa	:	Kenanga Apriliana Margawadi
NIM	:	30000422420033
Program Studi	:	Magister Energi
Judul Tulisan	:	Simulasi <i>Co-Firing</i> dengan Campuran <i>Low Range Coal</i> dan <i>Medium Range Coal</i> Terhadap Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Uap Kapasitas 615 MW
Jenis Dokumen	:	Tesis
Tanggal Pemeriksaan	:	30 September 2024
Menyatakan bahwa hasil pengecekan dengan menggunakan aplikasi turnitin terhadap tulisan TESIS mahasiswa tersebut di atas menghasilkan kemiripan (<i>similarity</i>) sebesar 14% (empat belas persen) dengan sumber-sumber lain yang ada di internet.		
Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.		
Mengetahui Manajer Pustakawana  Sidik Muhammad Anon, S.T., M.M. NIP 19730601199091003	Semarang, 30 September 2024 Pustakawan SPs Undip  Ekana Listianawati, S.Hum. NIP 197710162001122002	

Lampiran 23. Hasil Test Turnitin

