

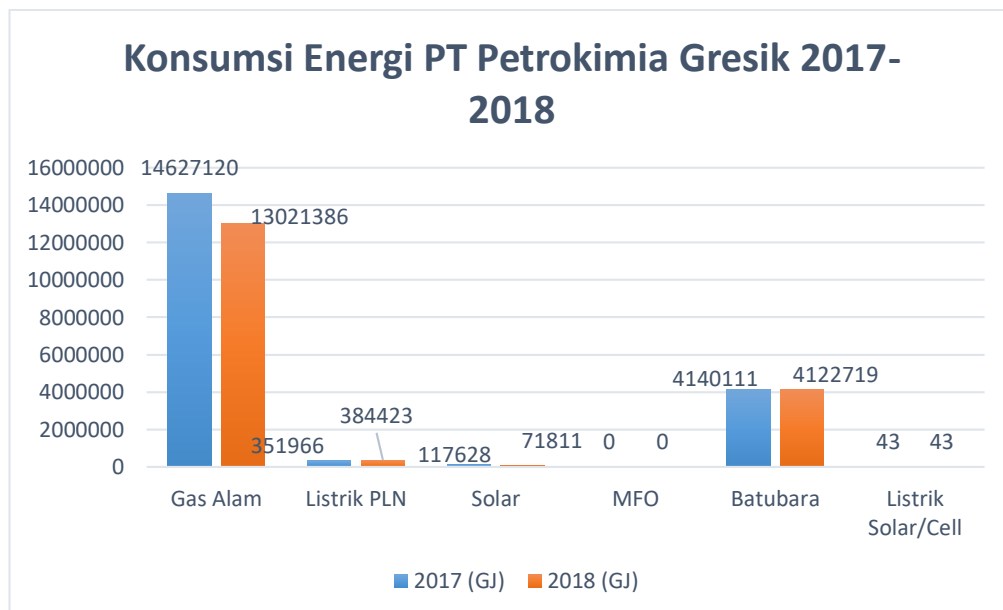
BAB I

PENDAHULUAN

Bab satu ini membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat, batasan, asumsi dan sistem penulisan penelitian Pemodelan Sistem Energi *Green Manufacturing* dengan Metode *Multi-Agent Energy Hub* (MAEH) Pada PT Petrokimia Gresik.

1.1 Latar Belakang

PT Petrokimia Gresik merupakan salah satu produsen pupuk terbesar di Indonesia. Selain itu, PT Petrokimia Gresik merupakan perusahaan pemasok pupuk subsidi nasional. Untuk dapat memenuhi kebutuhan pupuk subsidi nasional, PT Petrokimia harus memastikan kelancaran proses produksinya. Salah satunya yaitu sumber energi yang digunakan. PT Petrokimia Gresik berkomitmen menerapkan sistem manajemen energi agar dapat selaras dengan prinsip-prinsip berkelanjutan. Sumber energi yang digunakan oleh PT Petrokimia Gresik yaitu gas, batubara, BBM, MFO, ketenagalistrikan dan air. Adapun rekapan jumlah konsumsi energi PT Petrokimia Gresik pada tahun 2017-2018 pada Gambar 1.1.

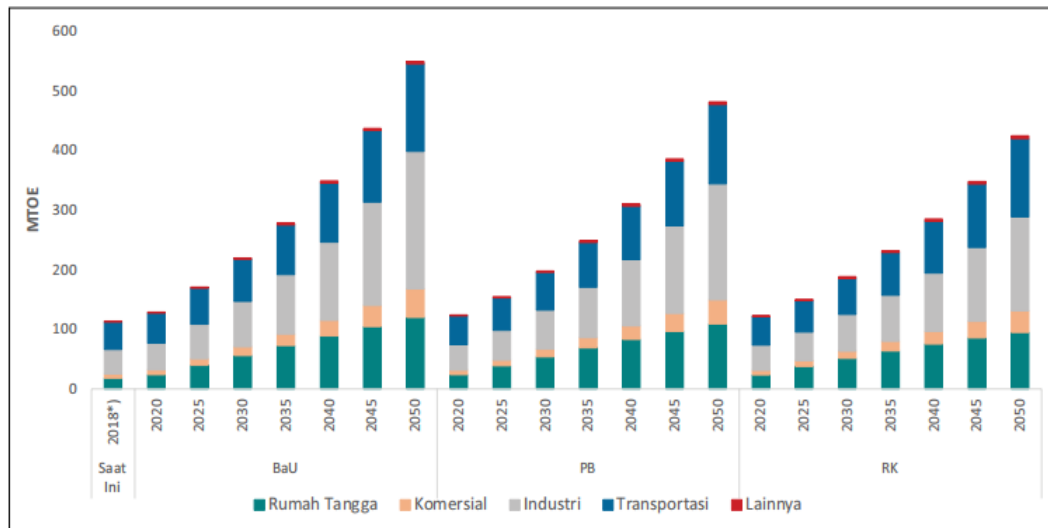


Gambar 1.1 Konsumsi energi PT Petrokimia Gresik tahun 2017-2018 (Sumber: PT Petrokimia Gresik)

Konsumsi total energi pada tahun 2018 pada PT Petrokimia sebesar 17.600.382 GJ (*Giga Joule*). Angka tersebut merupakan pencapaian upaya optimalisasi konsumsi energi dari tahun sebelumnya, tahun 2017 sebesar 18.876.867 GJ di PT Petrokimia Gresik. Berdasarkan rekapitulasi tersebut dapat diketahui PT Petrokimia melakukan pengurangan konsumsi energi pada gas bumi dan BBM. Namun, pada konsumsi energi listrik mengalami peningkatan. Sesuai dengan kebijakan dari PT Petrokimia mengenai sistem manajemen energi, diperlukannya keseimbangan antara kebutuhan energi dengan persediaan energi di Indonesia.

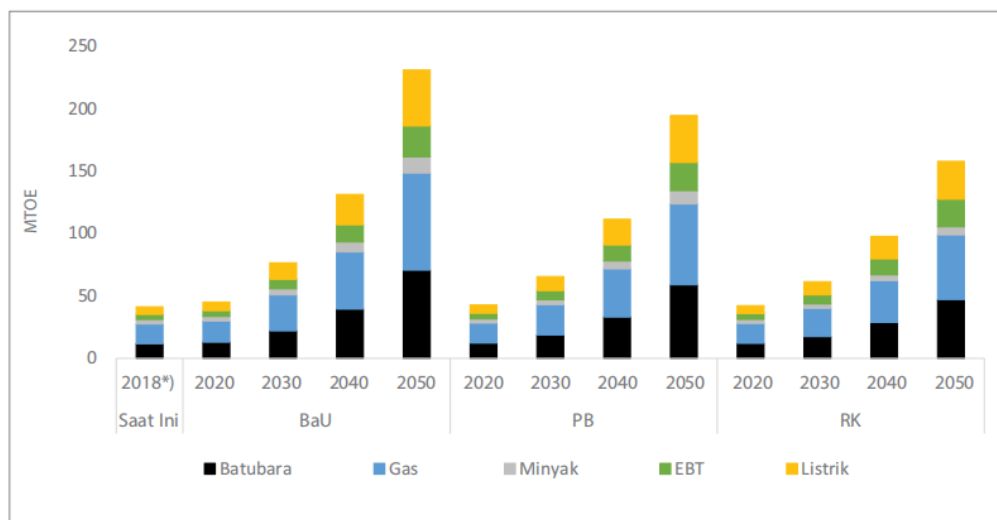
Berdasarkan data produksi terakhir Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional tahun 2018 yang dicantumkan dalam *Indonesia Energi Outlook 2019*, total produksi energi primer yaitu minyak bumi, gas bumi, batubara dan EBT (Energi Baru Terbarukan) terbaru mencapai 411,6 MTOE (*Million Tonnes Of Oil*). Menurut Suharyati (2019), untuk memenuhi kebutuhan energi sektor industri di dalam negeri, Indonesia melakukan impor minyak mentah dan produk BBM sebesar 43,2 MTOE serta batubara kalori tinggi. Sehingga pada *Indonesia Energi Outlook 2019*, total konsumsi energi final Indonesia (tanpa biomassa tradisional) tahun 2018 sebesar 114 MTOE. 40 % digunakan pada transportasi, 36% industri, 16% rumah tangga, 6% dan 2% komersial dan sektor lainnya.

Konsumsi energi di Indonesia paling besar pada transportasi dan sektor industri. Kementerian ESDM memperkirakan pada tahun 2050 permintaan energi sektor industri akan lebih mendominasi dibandingkan lainnya. Hal tersebut dipaparkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Grafik perkiraan permintaan energi per sektor (Sumber: Suharyati, Indonesia Energi Outlook 2019)

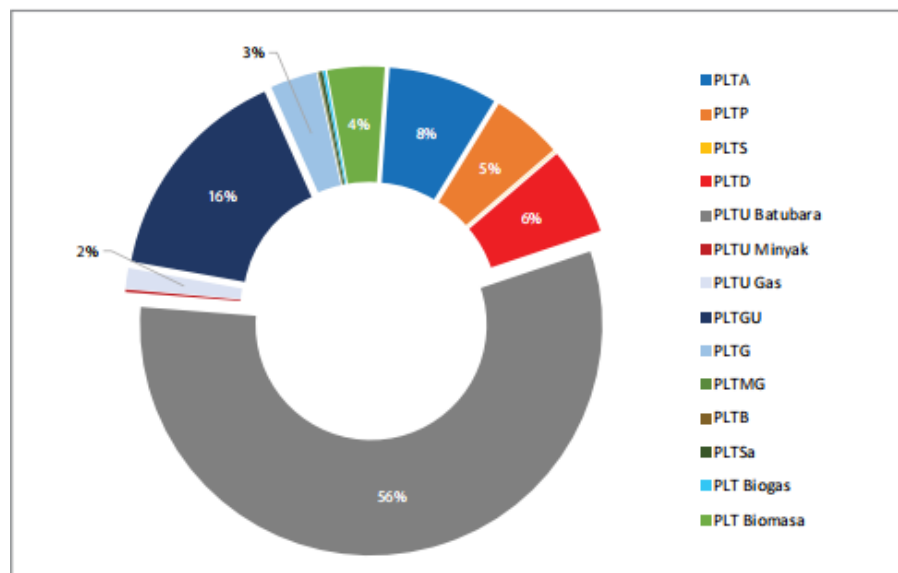
Perkiraan permintaan energi di Indonesia dalam Indonesia Energi Outlook (2019), terdapat tiga skenario. Berdasarkan Gambar 1.2 skenario pertama yaitu BaU (*Business as Usual*) sektor industri pangsa menjadi 42%. Skenario kedua yaitu PB (Pembangunan Berkelanjutan) dengan pangsa sektor industri 40%. Skenario ketiga menggunakan RK (Rendah Karbon) dengan perkiraan permintaan energi pada sektor industri sebesar 37%.



Gambar 1.3 Perkiraan permintaan energi per jenis energi (Sumber: Suharyati, Indonesia Energi Outlook 2019)

Pada sektor industri terdapat 5 jenis energi yang digunakan oleh 6 sub sektor industri. Berdasarkan Gambar 1.3 dapat diketahui permintaan energi berdasarkan BaU mencapai 230,9 MTOE, 194,3 MTOE berdasarkan PB dan 157,7 MTOE berdasarkan RK. Permintaan energi paling besar yaitu gas bumi, batubara, listrik dan EBT. Pada tahun 2018 untuk memenuhi konsumsi dalam negeri pada sektor industri *feed stock* (energi, pembangkit listrik, gas kota) Indonesia memproduksi 2,9 juta MMSCF (*Million Standard Cubic Feet*) gas bumi dan 1,7 juta MMSCF pada gas *lift*.

Selain energi gas bumi, sumber energi yang banyak digunakan di Indonesia yaitu ketenagalistrikan. Pada tahun 2018 ketenagalistrikan mencapai 64,5 GW (*Gigawatt*) lebih tinggi 3% dari tahun 2017. Kapasitas pembangkit listrik yang terpasang pada tahun 2018 sebagian besar berasal dari fosil khususnya batubara 50%, gas bumi 29%, BBM 7% dan energi terbarukan 14%. Produksi listrik pada tahun 2018 mencapai 283,8 TWh (*Tera Watt hour*). Adapun persentase produksi listrik per jenis energi dapat dilihat pada Gambar 1.4..

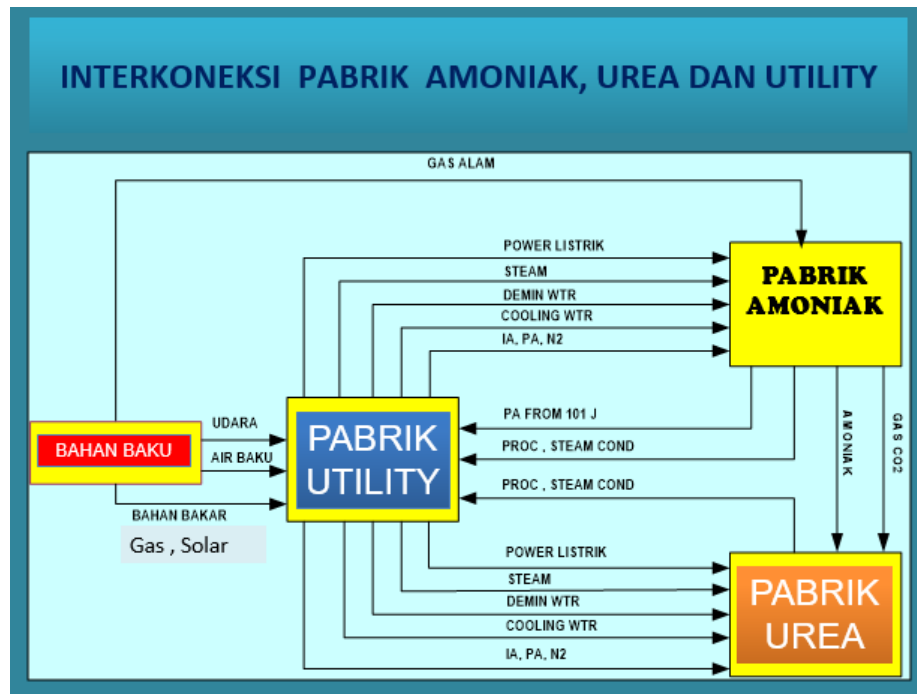


Gambar 1.4 Diagram produksi listrik per jenis energi (Sumber: Suharyati, Indonesia Energi Outlook 2019)

Berdasarkan diagram pada Gambar 1.4 produksi listrik paling besar yaitu pembangkit listrik berbahan bakar batubara sebesar 56,4%. Pembangkit listrik berbahan bakar gas bumi sebesar 20,2%, BBM sebesar 6,3% dan EBT sebesar

17,1% (Suharyati. *et al*, 2019). Berdasarkan beberapa sumber energi yang diproduksi di Indonesia, selain ketenagalistrikan energi gas bumi dan batubara menjadi energi utama yang digunakan di dalam negeri khususnya sektor industri, pemerintah mendorong sektor industri untuk meningkatkan penggunaan EBT. Dalam analisis perkiraan permintaan energi yang dilakukan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, permintaan energi pada sektor industri dibagi menjadi dua yaitu industri khusus dan industri lainnya. Pada industri khusus, pertumbuhan aktivitas dijadikan acuan sebagai analisis perkiraan permintaan energi, salah satu perusahaan yang termasuk dalam industri khusus yaitu PT Petrokimia Gresik sebagai perusahaan pupuk.

Pada PT Petrokimia Gresik penggunaan energi paling besar pada proses produksi. Produksi di PT Petrokimia Gresik dibagi menjadi tiga pabrik yaitu pabrik I, pabrik II dan pabrik III. Pada pabrik I sebagai pabrik pupuk nitrogen proses pendistribusian energi dan bahan baku dapat dijelaskan pada Gambar 1.5.



Gambar 1.5 Alur distribusi energi pada produksi I (Sumber: PT Petrokimia Gresik)

Berdasarkan Gambar 1.5 energi yang digunakan pada produksi di pabrik IA yaitu gas alam, solar/BBM, air serta listrik. Untuk mendukung proses produksi pada pabrik I, unit utilitas IA bertugas untuk menyediakan energi yang akan digunakan

pada produksi amoniak, urea dan ZA I dan III pada produksi IA. Sesuai dengan komitmen PT Petrokimia Gresik yaitu manajemen energi berkelanjutan, pada pabrik I sebagian besar energi yang digunakan berasal dari energi air. Penggunaan energi air juga digunakan untuk mengoperasikan unit *boiler* dengan melalui proses *steam*. Total keseluruhan penghematan energi yang dapat dilakukan oleh PT Petrokimia sebesar 3.05 juta MMBTU/tahun setara dengan 3.1 juta GJ/tahun. Namun seiring berjalannya waktu, tingkat efisiensi pada unit utilitas IA mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal seperti kendala pada pasokan sumber energi air pada musim kemarau dan ketenagalistrikan yang tidak dapat memenuhi kebutuhan yang digunakan.

Tabel 1.1 Stok penyimpanan air

Laporan Stock Soft Water dan Hard Water Petrokimia Gresik																
Shift	TK	TK	03TK	02TK	TK	TK	TK	TK	TK	TK	Amurea II	Soft	Hard	Trend	Stock	Trend
	1201	10	951	951	952	953	1007	1103	191	954	UF+Brin+Cond+	Water	Water	HW	Nas	StockNas
Lvl Maks.	10,4 m	10,2 m	10,5 m	14 m	12,3 m	14,5 m	5000 m ³	14 m	14 m	22 m	7500 m ³	20000 m ³	130381 m ³		150381 m ³	
Malam	9,6	10	10,6	13,9	10,15	13,82	4500	12,78	12,78	19,01	6194	18743	119882	6080	138625	5886
Pagi	9,8	9,9	10	13,9	10,98	13,84	3900	13,25	13,25	18,24	6229	18983	119548	-334	138530	-95
Sore	9,6	10	10	12,8	9,32	13,32	4150	12,73	12,73	16,44	6431	18743	114145	-5403	132888	-5642
Malam	9,9	9,8	10,1	12,2	8,67	12,94	4400	12,3	12,3	16,27	6450	19078	111757	-2387	130835	-2053
Pagi	9,9	10	10,2	11,3	8,86	12,82	4450	12,03	12,03	15,91	6184	19176	109811	-1947	128986	-1849
Sore	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	-109811	0	-128986

(Sumber: PT Petrokimia Gresik Unit Utilitas IA)

Penggunaan energi air tersebut diambil dari Gunungsari Surabaya dengan kapasitas 3.720 m³/jam dan daerah Babat Lamongan dengan kapasitas 2.500 m³/jam. Berdasarkan hasil laporan tahunan PT Petrokimia Gresik, konsumsi energi PT Petrokimia mengalami penurunan, hal tersebut perlu diperhatikan oleh PT Petrokimia Gresik dalam penggunaan jumlah energi air. Kendala yang sering terjadi yaitu pada saat musim kemarau sumber air mengalami penurunan. Seperti pada data di Tabel 1.1 terdapat nilai minus pada salah satu tangki penyimpanan. Artinya stok air pada penyimpanan tidak mencukupi untuk proses produksi, sehingga diperlukan optimalisasi dan penyimpanan untuk mempertimbangkan pasokan energi air yang akan menipis.

Green manufacturing merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan konsumsi energi dan emisi yang tinggi pada lingkungan industri manufaktur. *Green manufacturing* saat ini mulai di adopsi oleh sektor industri di Indonesia. Penerapan *green manufacturing* untuk mengendalikan pencemaran, limbah, lingkungan dan isu-isu terkait lainnya. Penjelasan tersebut

diperkuat dengan penelitian oleh Setyaningsih, Indarti dan Ciptono (2018) yang berjudul *Green Manufacturing's Adoption by Indonesian SMEs: A Conceptual Model*. PT Petrokimia Gresik sebagai salah satu sektor industri pupuk terbesar di Indonesia yang telah mengimplementasikan *green manufacturing*. Namun untuk tingkat efisiensi dari energi gas bumi, air dan listrik dan keseimbangan penyimpanan energi air yang digunakan belum stabil. Sehingga, diperlukan penelitian pada permasalahan tersebut.

Beberapa penelitian mengenai *green manufacturing* dengan permasalahan energi serupa telah dilakukan oleh Tian, et.al (2019) yang berjudul *The Multi-Levels Modelling to Green Manufacturing Energy System Using Multi-Agent Energy Hub*. Pada penelitian tersebut menjelaskan bahwa, penerapan *green manufacturing* pada tingkat *manufacture shop* dengan penggunaan beberapa energi perlu mempertimbangkan struktur, tugas serta tujuan sistem energi untuk dapat menganalisis tingkat efisiensi yang dihasilkan.

PT Petrokimia Gresik merupakan salah satu industri khusus yang menerapkan manajemen energi yang dijadikan acuan oleh Kementerian ESDM RI dalam proses analisa perkiraan permintaan energi. Oleh karena itu, untuk mempertimbangkan pasokan energi, diperlukan metode pemodelan energi yang kompleks yang meliputi media energi, peralatan energi, permintaan energi, peramalan, penjadwalan dan pengambilan keputusan. Untuk menciptakan *green manufactur* yang maju, peneliti memilih pemodelan energi dengan metode *Multi-Agent Energy Hub* (MAEH).

Berdasarkan latar belakang mengenai penerapan manajemen energi berkelanjutan oleh PT Petrokimia Gresik, peneliti berinisiatif melakukan penelitian yang berjudul **“Pemodelan Sistem Energi *Green Manufacturing* Dengan Metode *Multi-Agent Energy Hub* (MAEH) Pada PT Petrokimia Gresik.”**

MAEH adalah pemodelan sistem energi yang menerapkan landasan teori *green manufacturing* dengan meliputi beberapa karakteristik. Pada penelitian ini, penggunaan metode MAEH dapat digunakan untuk memodelkan sistem energi di gas bumi, air dan listrik PLN di PT Petrokimia Gresik pada departemen produksi IA unit utilitas IA untuk memodelkan sistem energi yang lebih kompleks.

Sesuai dengan jenis model metode MAEH, model MAEH yang digunakan di penelitian ini adalah model *multi input multi output*. Pada *multi input multi output* ini pemodelan sistem pusat energi dapat dilakukan dengan menyediakan model matematika dari pusat energi menggunakan matrik kopling C. Konsep teori dari MAEH sesuai dengan konsep *metode multi carrier energy* dengan perhitungan matematis fungsi tujuan objek pada energi yang digunakan dengan memberikan skenario perbaikan pada kendala yang terjadi serta mempertimbangkan konstrain pertimbangan biaya bumi gas sebagai pembantu listrik PLN dan keseimbangan penyimpanan energi air.

Dengan pemodelan energi ini diharapkan tingkat efisiensi energi pada unit utilitas dapat meningkat. Selain itu, diharapkan pemodelan sistem ini dapat mengatasi permasalahan yang terjadi pada energi listrik dan air yang digunakan.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah pada PT Petrokimia Gresik yang diangkat dalam penelitian ini yang telah dijelaskan pada latar belakang antara lain:

1. Bagaimana model optimasi energi yang sesuai dengan produksi pada unit utilitas IA?
2. Berapakah konsumsi energi yang dibutuhkan pada satu kali proses produksi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu memodelkan sistem energi *green manufactur* pada PT Petrokimia Gresik pada proses produksi pupuk dengan menggunakan metode MAEH sebagai berikut:

1. Memodelkan sistem energi sesuai dengan energi berkelanjutan yang diterapkan di PT Petrokimia Gresik dengan pertimbangan biaya gas bumi sebagai pembantu listrik PLN dan penyimpanan energi air.
2. Mengetahui jumlah konsumsi energi yang digunakan pada produksi pupuk pada PT Petrokimia Gresik.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh oleh peneliti maupun perusahaan pada penelitian pemodelan sistem energi *green manufacturing* dengan metode *Multi Agent Energy Hub* (MAEH) pada PT Petrokimia Gresik diuraikan pada berikut ini:

1. Penelitian dapat menerapkan ilmu yang telah didapatkan selama kuliah di Teknik Industri Universitas Trunojoyo Madura untuk menyelesaikan permasalahan pada perusahaan.
2. Perusahaan dapat mengetahui model sistem energi yang efisiensi, sehingga perusahaan dapat mengetahui persentase optimalisasi jumlah total konsumsi energi dari proses produksi pupuk kedepannya sehingga dapat dijadikan bahan evaluasi untuk perusahaan.
3. Mengetahui dampak pada lingkungan sekitar yang dihasilkan oleh mesin-mesin penunjang dan emisi dari proses produksi pupuk di PT Petrokimia Gresik.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini di PT Petrokimia Gresik yaitu pemodelan sistem energi *green manufacturing* dengan metode *Multi Agent Energy Hub* (MAEH) pada PT Petrokimia Gresik sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada sumber energi gas bumi, air dan listrik PLN pada proses produksi.
2. Penelitian ini di lakukan di PT Petrokimia Gresik departemen produksi I A yaitu tempat produksi pupuk nitrogen pada unit utilitas IA dengan menggunakan energi gas bumi, air dan listrik PLN.
3. Usulan sistem dari penelitian ini merupakan usulan secara umum pada proses di unit utilitas IA PT Petrokimia Gresik.

1.6 Asumsi Penelitian

Adapun asumsi yang digunakan pada penelitian pada PT Petrokimia Gresik sebagai berikut ini:

1. Konsumsi energi yang digunakan pada proses produksi pada setiap tipe pupuk dianggap sama. Asumsi konsumsi energi yang sama yang dimaksud yaitu tidak ada perbedaan jumlah konsumsi total energi selama melakukan penelitian.
2. Sumber energi listrik solar *cell* yang digunakan diasumsikan hanya menggunakan energi listrik PLN.
3. Data biaya pada tahun 2019 diasumsikan sama dengan data biaya tahun 2018. Biaya energi air diasumsikan 0.34% dari biaya gas bumi dan 5% dari biaya gas bumi untuk listrik.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika dari penulisan tugas akhir terdiri dari bagian awal, bagian inti dan bagian akhir. Penjelasan pada setiap bagian dijelaskan pada berikut ini:

1.7.1 Bagian Awal

Sistematika penulisan tugas akhir pada bagian awal terdiri dari:

1. Sampul
2. Halaman judul
3. Halaman Pengesahan
4. Halaman Pernyataan
5. Kata Pengantar
6. Daftar isi
7. Abstrak

1.7.2 Bagian Inti

Bagian inti dari sistematika penulisan tugas akhir pada PT Petrokimia Gresik sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab I pendahuluan menjelaskan mengenai latar belakang dari penelitian, rumusan masalah penelitian, tujuan dari penelitian, manfaat yang didapatkan dari hasil penelitian, batasan-batasan masalah serta asumsi yang digunakan pada penelitian.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Literatur pendukung yang digunakan pada penelitian ini dijelaskan pada bab ii yang berisikan mengenai *green manufacturing*, sejarah dari PT Petrokimia Gresik, metode *multi agent energi hub* dan penelitian terdahulu.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian berisikan penjelasan mengenai objek penelitian dilakukan, waktu dan tempat penelitian, mengidentifikasi variabel penelitian, alat yang digunakan untuk membantu menyelesaikan penelitian, prosedur dari penelitian, proses analisa dari hasil pengolahan data penelitian dan *flowchart* penelitian.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab IV ini berisikan penjelasan mengenai input dan output dari pengolahan data penelitian yang diperoleh dari pengamatan pada PT Petrokimia Gresik, memaparkan hasil dan analisa dari pengolahan data dan usulan yang dapat diberikan mengenai konsumsi energi dengan metode *multi agent energi hub*.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Tahapan terakhir yaitu kesimpulan dan saran. Kesimpulan dari penelitian ini merupakan penjelasan dari tujuan penelitian yang akan dicapai, sedangkan saran merupakan masukan yang bertujuan untuk menyempurnakan penelitian ini.

1.7.3 Bagian Akhir

Bagian akhir pada sistematika penulisan penelitian tugas akhir pada PT Petrokimia Gresik adalah:

1. Daftar Pustaka
2. Lampiran