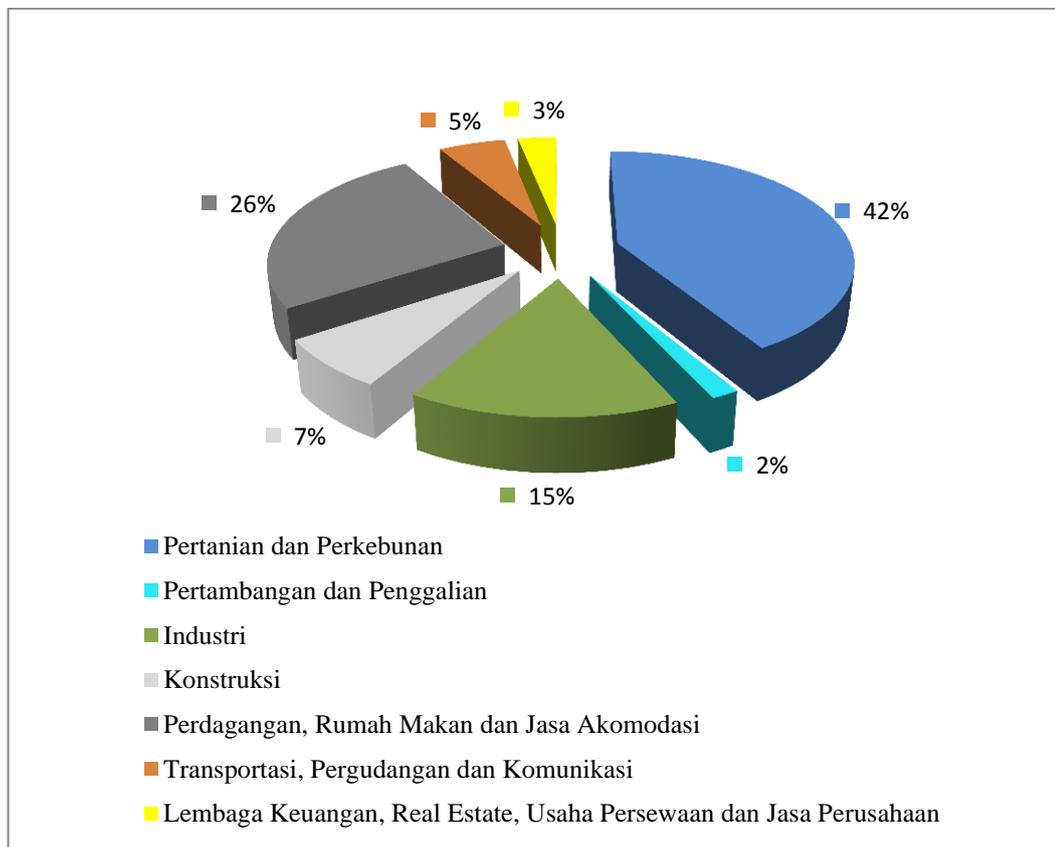


BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang menjadikan rata-rata penduduk di Indonesia bekerja di sektor pertanian dan perkebunan. Sektor pertanian dan perkebunan memiliki peranan penting karena umumnya hasil pertanian dan perkebunan merupakan makanan sehari-hari bagi penduduk Indonesia. Pembagian pekerjaan menurut lapangan pekerjaan dapat dilihat di Gambar I.1 Pembagian Pekerjaan Penduduk Menurut Lapangan Pekerjaan.



Gambar I.1 Pembagian Pekerjaan Penduduk Menurut Lapangan Pekerjaan
(Sumber: Badan Pusat Statistik Tahun 2013)

Dapat dilihat pada Gambar I.1 Pembagian Pekerjaan Penduduk Menurut Lapangan Pekerjaan bahwa jumlah penduduk tertinggi bekerja di sektor pertanian

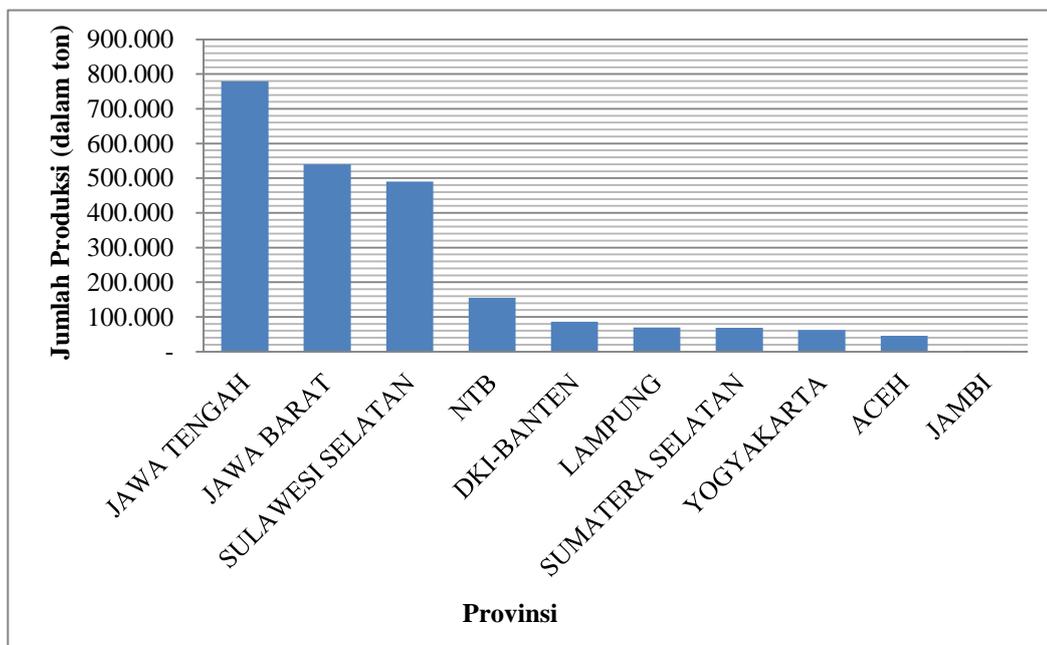
dan perkebunan yang membuktikan sektor pertanian dan perkebunan memiliki peranan penting dalam memenuhi kebutuhan pangan nasional. Untuk itu, pemerintah selalu berupaya mewujudkan pemenuhan kebutuhan pangan dengan meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil pertanian dan perkebunan. Salah satu upaya yang dilakukan adalah mendukung penggunaan material pertanian untuk menunjang hasil pertanian, yakni penggunaan pupuk. Jenis pupuk dibagi menjadi dua, yakni pupuk organik dan anorganik, yang termasuk kedalam pupuk anorganik adalah Urea, NPK, ZA, dan SP-36, namun menurut Kementerian Pertanian (2007) konsumsi pupuk terbesar adalah pupuk urea sehingga kebutuhan akan pupuk urea meningkat. Kebutuhan pupuk urea dapat dilihat pada Tabel I.1 Kebutuhan Pupuk Urea di Indonesia.

Tabel I.1 Kebutuhan Pupuk Urea di Indonesia
(Sumber: Data Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia)

| KEBUTUHAN | TAHUN | | | | |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2009 (Ton) | 2010 (Ton) | 2011 (Ton) | 2012 (Ton) | 2013 (Ton) |
| SUBSIDI | | | | | |
| 1. Pangan | 4.499.257 | 4.603.963 | 4.897.287 | 5.108.653 | 5.331.441 |
| 2. Serealia | 3.422.658 | 3.659.662 | 3.701.945 | 3.850.023 | 4.604.024 |
| 3. Kabi | 209.796 | 218.188 | 226.915 | 235.982 | 246.431 |
| 4. Hortikultura | 866.805 | 916.213 | 968.437 | 1.023.638 | 1.081.986 |
| 5. Kebun Rakyat | 1.893.374 | 2.082.712 | 2.290.983 | 2.520.081 | 2.772.089 |
| 6. Peternakan | 14.414 | 15.136 | 15.892 | 16.686 | 17.520 |
| Jumlah Pupuk Bersubsidi | 6.407.045 | 6.791.811 | 7.204.172 | 7.646.420 | 8.121.050 |
| NON SUBSIDI | | | | | |
| 7. Kebun Besar | 2.910.645 | 3.201.709 | 3.521.881 | 3.874.069 | 4.261.476 |
| 8. Perikanan | 324.480 | 337.459 | 350.958 | 364.996 | 379.596 |
| 9. Industri | 797.691 | 821.621 | 846.270 | 871.658 | 897.808 |
| Jumlah Pupuk Non Subsidi | 4.032.816 | 4.360.789 | 4.719.109 | 5.110.723 | 5.538.880 |
| Jumlah Pupuk untuk Pertanian | 9.642.170 | 10.330.979 | 11.077.011 | 11.885.485 | 12.762.122 |
| Total Kebutuhan Pupuk Urea | 10.439.861 | 11.152.600 | 11.923.281 | 12.757.143 | 13.659.930 |
| Kapasitas Produksi | 7.872.000 | 7.872.000 | 7.872.000 | 7.872.000 | 7.872.000 |

Pada Tabel I.1 Kebutuhan Pupuk Urea di Indonesia menunjukkan bahwa kebutuhan setiap tahun mulai dari tahun 2008 sampai dengan 2013 meningkat. Namun, kebutuhan yang terus meningkat tidak diimbangi dengan kenaikan kapasitas produksi pupuk urea sehingga menyebabkan ketidakseimbangan antara hasil produksi dengan kebutuhan pupuk untuk setiap tahunnya. Dalam memenuhi kebutuhan pupuk, pemerintah membangun beberapa produsen pupuk di Indonesia, yakni PT Pupuk Sriwijaya (Pusri) di Sumatera Selatan, PT Pupuk Kalimantan Timur Tbk di Kalimantan Timur, PT Pupuk Petrokimia di Jawa Timur, PT Pupuk Kujang di Jawa Barat, dan PT Pupuk Iskandar Muda (PIM) di Aceh Utara.

PT Pupuk Kujang merupakan produsen pupuk yang berlokasi di Kawasan Industri Cikampek, Jawa Barat. Berdasarkan Peraturan Menteri Perdagangan Republik Indonesia tentang Produsen Penanggung Jawab dan Wilayah Tanggung Jawab Pengadaan dan Penyaluran Pupuk Bersubsidi, PT Pupuk Kujang bertanggung jawab untuk memenuhi kebutuhan pupuk di Provinsi Jawa Barat yang meliputi dua puluh kabupaten atau kota dan sebagian Provinsi Jawa Tengah. Jawa Barat dan Jawa Tengah merupakan lumbung padi nasional. Grafik produksi beras setiap provinsi dapat dilihat pada Gambar I.2 Grafik Jumlah Produksi Beras.



Gambar I.2 Grafik Jumlah Produksi Beras

Berdasarkan Gambar I.2 Grafik Jumlah Produksi Beras, Provinsi Jawa Tengah dan Jawa Barat berada pada posisi pertama dan kedua penyumbang beras. Hal tersebut membuktikan Jawa Tengah dan Jawa Barat menjadi lumbung padi nasional karena memberikan kontribusi besar terhadap kebutuhan pangan nasional sehingga permintaan kebutuhan pupuk di wilayah Jawa Barat dan Jawa Tengah meningkat. Untuk itu, pemerintah harus menjamin hasil produksi PT Pupuk Kujang dapat memenuhi permintaan kebutuhan pupuk dan sekaligus menjadi alasan bahwa PT Pupuk Kujang turut berperan penting dalam memenuhi kebutuhan pangan nasional dan menjaga ketahanan pangan nasional.

PT Pupuk Kujang memiliki dua bagian atau *plant*, yakni Pabrik Kujang 1A yang berdiri pada tanggal 9 juni 1975 dan Pabrik Kujang 1B yang diresmikan tanggal 3 April 2006. Pabrik Kujang 1B merupakan pabrik baru dengan mesin baru sehingga kerusakan atau *failure function* mesin yang menyebabkan *down time* di Pabrik Kujang 1B memiliki frekuensi yang masih rendah dibandingkan dengan mesin di Pabrik Kujang 1A (Fika, 2013). Tabel perbandingan *down time* Pabrik 1A dan 1B untuk Unit Amonia dan Urea dapat dilihat pada Tabel I.2 .

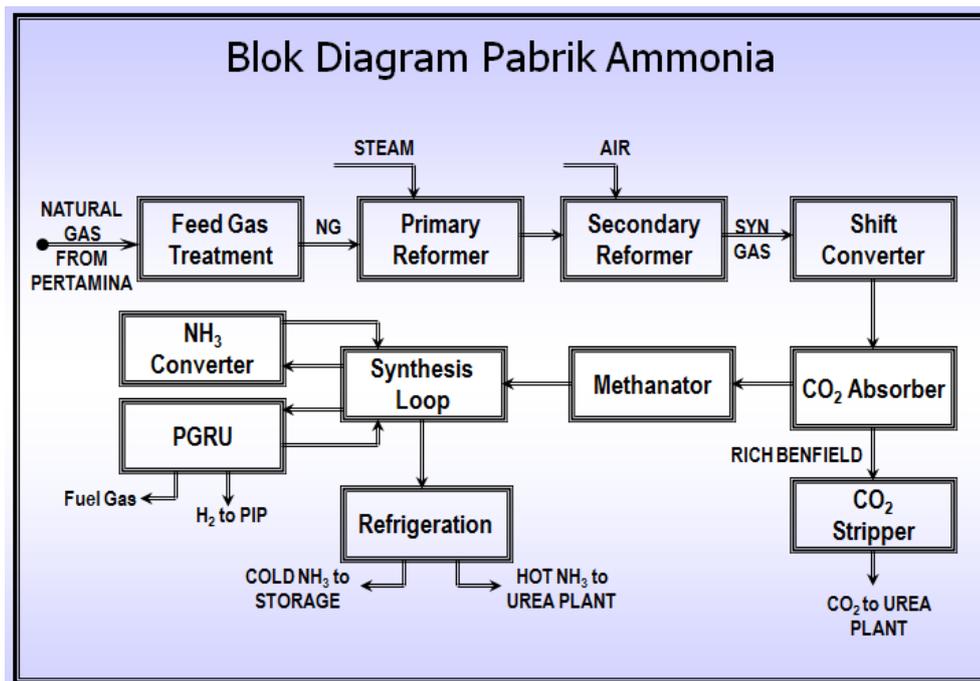
Tabel I.2 Data *Down Time* Pabrik 1A dan 1B
(Sumber: Data Bagian Pemeliharaan Tahunan PT Pupuk Kujang)

| Tahun | Pabrik 1A (Jam) | Pabrik 1B (Jam) |
|--------------|----------------------------|----------------------------|
| 2012 | 2396 | 424 |
| 2013 | 2290 | 953 |

Berdasarkan Tabel I.2, Pabrik 1A menunjukkan angka *downtime* yang tinggi selama dua tahun terakhir dibandingkan dengan Pabrik 1B. *Down time* dapat mengakibatkan kerugian yang tidak kecil bagi perusahaan. Untuk itu, penelitian dilakukan di Pabrik Kujang 1A.

Pabrik Kujang 1A memiliki empat pabrik, yaitu pabrik amonia, urea, PPCO, dan *utility*. Pabrik Amonia melakukan proses produksi menggunakan bahan baku gas alam dari sumber gas alam yang ada di Jawa Barat yaitu, *steam* dan udara. Produk utama yang dihasilkan adalah 1150 ton Amonia dan 1400 ton CO₂ per

hari. Selain itu, dihasilkan juga produk samping berupa Hidrogen dan gas CO. Produk amonia panas (*hot product ammonia*) dengan temperatur 30°C dan gas CO₂ dikirim ke pabrik urea sebagai bahan baku pembuatan urea. Produk amonia dingin (*cold product ammonia*) dengan temperatur -33°C dikirim ke tangki penyimpanan ammonia sebagai cadangan. Produk amonia dingin ini dapat juga dikirim ke pabrik urea setelah temperaturnya dinaikkan dengan menggunakan alat pemindah panas. Blok diagram Unit Amonia dapat dilihat di Gambar I.3.



Gambar I.3 Blok Diagram Pabrik Ammonia

Pada Gambar I.3, dapat dilihat alur proses produksi amonia. Untuk itu, amonia menjadi penting dalam produksi pupuk urea dan jika Unit Amonia berhenti beroperasi maka unit produksi urea pun tidak dapat beroperasi karena tidak ada suplai bahan baku.

Pabrik Kujang 1A Unit Amonia memiliki 20 jenis mesin yang digunakan untuk produksi, yaitu *Furnace, Stack, Package Unit, Tower, Reactor, Heat Exchanger, Special Heat Exchanger, Ejector, Deaerator, Drum, Tank, Filter, Silencer, Mixer, Pump, Compressor and Blower, Turbine*, dan *Crane*. Mesin *Coil Heat Exchanger (Special Heat Exchanger)* yang terdiri dari beberapa jenis, yakni *mixed feed, feed preheat, fuel preheat, hot super heater*, dan *cold super heater*

merupakan alat penukar panas yang memanfaatkan gas buang dari proses di *radiant section reformer* untuk pemanasan awal *coil heat exchanger* sebelum proses selanjutnya dijalankan, yakni pemanasan gas alam dan proses di *tube* katalis. Jika melihat dari fungsinya, *equipment Coil Heat Exchanger* merupakan *equipment* yang memiliki pengaruh besar dalam proses produksi amonia karena gas alam yang menjadi masukan untuk proses di *tube* katalis pada *radiant section* (bagian utama) *reformer* membutuhkan suhu yang tinggi mencapai 1000⁰ F sehingga perlu pemanasan terlebih dahulu di Mesin *Coil Heat Exchanger* yang bertujuan untuk efisiensi.

Coil Heat Exchanger digunakan untuk menyerap energi kalori sebanyak mungkin karena kehilangan energi sama saja perusahaan mengalami kerugian (Sri Widharto). Untuk itu, apabila Mesin *Coil Heat Exchanger* *down* maka sistem di *reformer* tidak berjalan sehingga akan berdampak pada unit amonia yang juga *down* dan menyebabkan proses produksi menjadi berhenti sehingga mengakibatkan *loss production* dan menyebabkan keterlambatan dalam memenuhi kebutuhan untuk Unit Urea. Untuk itu, Mesin *Coil Heat Exchanger* harus tetap dijaga kinerjanya dengan melakukan kegiatan *preventive maintenance* agar tidak menyebabkan *shut down* pabrik sehingga bagian inspeksi dan pemeliharaan tahunan PT Pupuk Kujang melakukan kegiatan *maintenance*, yaitu pemeriksaan eksternal yang dilakukan setiap satu bulan sekali dan pemeriksaan internal setiap dua tahun sekali. Namun, pemeriksaan yang dilakukan Pupuk Kujang 1A Unit Amonia masih berdasarkan perspektif perusahaan dan interval waktu yang sudah ditetapkan unit inspeksi mesin produksi amonia sehingga tidak ada perhitungan kuantitatif terkait jadwal inspeksi yang dilakukan selama dua tahun sekali (Fika,2013).

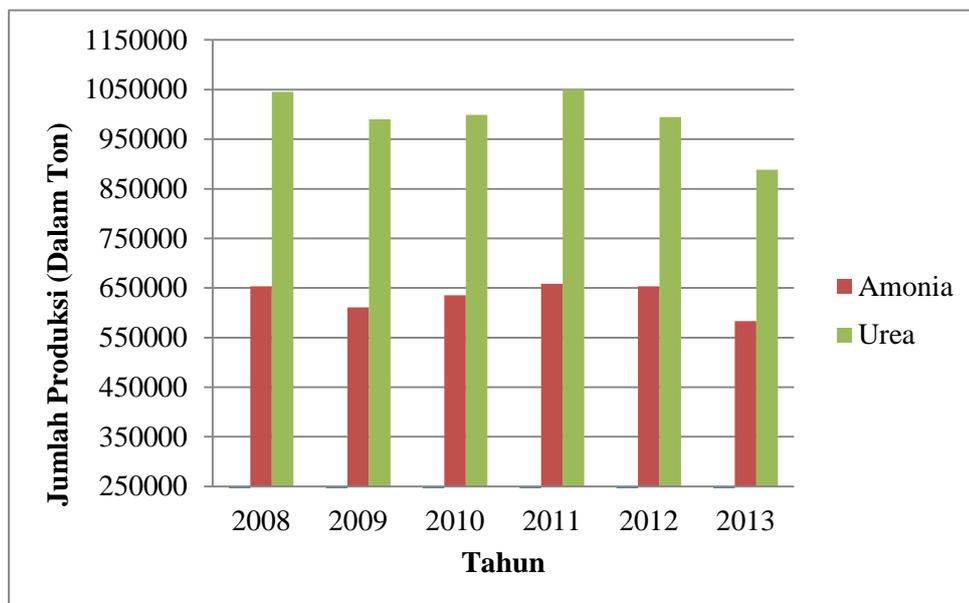
Pada tahun 2013 salah satu jenis *coil heat exchanger*, yakni *feed preheat coil* mengalami *unscheduled shutdown* yang disebabkan oleh *tube* yang mengalami kebocoran sehingga dilakukan *retubing* untuk seluruh *tube*. Kebocoran *Coil Heat Exchanger* disebabkan oleh *tube* yang rentan akan korosi dan erosi sehingga dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan dan kemampuan operasional *tube Coil Heat Exchanger* bergantung dari seberapa besar korosi yang dialami. Bagian *tube*

khususnya bagian *elbow* pada *coil heat exchanger* merupakan bagian yang yang memiliki kemungkinan *failure* yang tinggi. Berikut merupakan Gambar I.4 yang menunjukkan korosi *tube* sehingga menyebabkan kebocoran pada *tube*.



Gambar I.4 Lubang Penyebab Kebocoran *Coil Heat Exchanger*

Akibat yang ditimbulkan dari *unscheduled shutdown* tersebut menyebabkan realisasi produksi amonia pada tahun 2013 menurun dari tahun sebelumnya (Fika,2013). Berikut merupakan grafik yang menunjukkan penurunan hasil produksi amonia.



Gambar I.5 Grafik Realisasi Produksi Amonia dan Urea

Berdasarkan Gambar I.5 penurunan hasil produksi amonia dari tahun 2012 ke 2013 mengalami penurunan yang signifikan dibandingkan dengan penurunan hasil produksi pada tahun 2008-2009 dan 2011-2012. Salah satu penyebab turunnya hasil produksi amonia dikarenakan *Coil Heat Exchanger* mengalami kebocoran *tube* sehingga pada tahun 2013 pabrik Amonia 1A mengalami dua kali *shutdown* pabrik yang menyebabkan proses produksi tidak berjalan. Berdasarkan histori kerusakan, *Coil Heat Exchanger* merupakan mesin yang frekuensi kerusakannya masih rendah selama *Coil Heat Exchanger* beroperasi dan belum pernah dilakukan penggantian *tube* sejak pemasangan *equipment* pada tahun 1977 sampai tahun 2013 untuk jenis *mixed feed*, *hot super heater*, *fuel preheat* dan *cold super heater* sehingga *shut down feed preheat coil* pada tahun 2013 terjadi diluar perkiraan bagian inspeksi dan pemeliharaan tahunan PT Pupuk Kujang karena bagian inspeksi dan pemeliharaan tahunan PT Pupuk Kujang tidak melakukan perhitungan kuantitatif yang mempertimbangkan risiko terhadap umur mesin dan jadwal inspeksi *Coil Heat Exchanger* karena setiap mesin memberikan konsekuensi yang berbeda-beda jika mengalami kegagalan. Selain itu, *shut down feed preheat coil* menjadi masalah karena dampak yang ditimbulkan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kegiatan produksi amonia, waktu yang diperlukan untuk perbaikan atau penggantian *tube*, dan biaya yang harus ditanggung oleh perusahaan walaupun frekuensi kerusakannya rendah.

Untuk itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk jadwal kegiatan inspeksi dan umur dari *equipment* sejenis yang masih beroperasi, yaitu *mixed feed*, *fuel preheat*, *hot super heater*, dan *cold super heater* untuk mencegah *unplanned shutdown* seperti *feed preheat coil* karena permasalahan yang muncul adalah interval pemeriksaan mesin yang tidak tepat dan tidak efisien menyebabkan *unplanned shutdown* pabrik, *down time* yang tinggi, biaya *maintenance* meningkat karena biaya *overtime* yang digunakan oleh tenaga kerja *maintenance* akibat perbaikan di luar jadwal meningkat dan *loss of production* sehingga produksi amonia terhambat dan hasil produksi tidak dapat memenuhi kebutuhan pupuk urea serta mengakibatkan kerugian yang tidak sedikit bagi perusahaan. Beberapa alasan tersebut menjadi latar belakang mengapa perlu dilakukan penentuan jadwal inspeksi berdasarkan umur sisa mesin, penentuan

tingkat risiko mesin *coil heat exchanger* untuk mengoptimalkan program inspeksi agar kegiatan perawatan yang dilakukan lebih efektif dan efisien dan penentuan *criticality coil heat exchanger* dalam sistem *reformer* berdasarkan *risk assesment* dan *risk matrix* perusahaan serta perlunya menentukan umur sisa (*remaining life*) untuk penggantian *equipment* yang optimal dari mesin *Coil Heat Exchanger* karena tidak dapat dipungkiri mesin akan mengalami penuaan sehingga setelah mencapai batas umur maka mesin tidak dipaksakan untuk beroperasi yang efeknya akan sangat berpengaruh terhadap proses produksi. Biaya *maintenance* untuk kegiatan inspeksi existing dan usulan diperlukan untuk mengetahui seberapa besar biaya yang harus tanggung perusahaan.

Risk Based Inspection (RBI) merupakan sebuah pendekatan penilaian risiko dan manajemen proses yang terfokus pada kegagalan peralatan karena kerusakan material (API 581, 2000). RBI adalah suatu metode untuk menentukan rencana penjadwalan inspeksi (peralatan mana dan kapan harus diinspeksi) berdasarkan level risiko kegagalannya. Dengan metode RBI dapat diperoleh keluaran seperti pemeringkatan risiko *equipment*, penentuan akhir umur peralatan dan juga program interval inspeksi peralatan yang lebih terarah sehingga dapat dilakukan tindakan preventif sebelum tercapainya akhir umur peralatan.

I.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang penelitian yang telah dijelaskan, adapun perumusan masalah yang diangkat menjadi bahan tugas akhir ini adalah sebagai berikut,

1. Bagaimana *Risk Matrix* untuk PT Pupuk Kujang?
2. Bagaimana *criticality equipment* dari sistem *Reformer* dengan menggunakan *Risk Matrix*?
3. Berapa estimasi umur sisa Mesin *Coil Heat Exchanger*?
4. Bagaimana usulan jadwal inspeksi yang tepat untuk Mesin *Coil Heat Exchanger*?
5. Berapa biaya *maintenance existing* dan usulan untuk Mesin *Coil Heat Exchanger*?

I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka dapat ditentukan tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat *Risk Matrix* untuk PT Pupuk Kujang.
2. Mengidentifikasi *criticality equipment* dari sistem *Reformer* dengan menggunakan *Risk Matrix*
3. Menentukan estimasi umur sisa Mesin *Coil Heat Exchanger*.
4. Merencanakan jadwal inspeksi yang tepat untuk Mesin *Coil Heat Exchanger*
6. Menentukan biaya *maintenance existing* dan usulan untuk Mesin *Coil Heat Exchanger*.

I.4 Batasan Penelitian

Batasan penelitian dari tugas akhir ini adalah:

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada bagian *elbow* dan *tube* mesin *Coil Heat Exchanger* pada *convection section Reformer Plant Amonia 1A*.
2. Tidak membahas secara rinci mengenai prosedur operasi teknis kegiatan perawatan, seperti tata cara memperbaiki komponen, pembongkaran, serta pemasangan komponen yang dibutuhkan dalam melaksanakan kegiatan aktivitas perawatan mesin.
3. Untuk data-data yang tidak bisa diperoleh, maka digunakan asumsi tertentu, seperti asumsi jumlah peralatan yang digunakan, panjang *manifold*, biaya *equipment*, rincian biaya tenaga kerja dan jumlah tenaga kerja.
4. Objek penelitian dipilih berdasarkan rekomendasi pihak PT Pupuk Kujang Pabrik 1A Unit Amonia.
5. Penentuan risiko *equipment* menggunakan pendekatan kuantitatif RBI API 581.

I.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat memberikan estimasi umur sisa Mesin *Coil Heat Exchanger* sehingga dapat dijadikan acuan oleh perusahaan untuk menentukan kebijakan perawatan dan penggantian mesin selanjutnya setelah mencapai batas umur mesin.
2. Penelitian ini dapat memberikan usulan mengenai perencanaan jadwal inspeksi yang tepat dan terarah terhadap mesin *Coil Heat Exchanger* karena jadwal dirancang berdasarkan risiko kegagalan mesin sehingga diperoleh profitabilitas perusahaan.
3. Penelitian ini dapat menjadi landasan dalam pembuatan kebijakan mengenai manajemen perawatan *equipment* yang lebih efektif dan efisien karena telah menggunakan dan mempertimbangkan risiko.
4. Penelitian ini menginformasikan *equipment* yang kritis berdasarkan *Risk Matrix* sehingga dapat memberikan gambaran dan evaluasi untuk PT Pupuk Kujang terhadap proses inspeksi yang telah dan sedang dijalankan.

I.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini diuraikan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisi literatur yang relevan dengan permasalahan yang diteliti dan dibahas pula hasil-hasil penelitian terdahulu. Kajian yang menjadi acuan pada penelitian ini adalah mengenai penentuan *risk matrix*, *probability of failure*, *consequence of failure*, *remaining life* berdasarkan API 581, dan inspeksi terhadap *equipment* yaitu metode *Risk Based Inspection (RBI)*.

Bab III Metodologi Penelitian

Pada bab ini dijelaskan langkah-langkah penelitian meliputi: tahap merumuskan masalah penelitian, mengembangkan model penelitian, merancang pengumpulan, pengolahan, dan analisis data.

Bab IV Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada bab ini dijelaskan mengenai pengumpulan dan pengolahan data. Data-data yang dikumpulkan meliputi data kegiatan perawatan existing, proses produksi, realisasi dan kapasitas produksi, *downtime* Pabrik 1A dan Pabrik 1B, deskripsi dan spesifikasi *equipment*, *wallthickness*, biaya konsekuensi (*maintenance*, *environmental*, *bundle replacement*, *production losses*), dan biaya *maintenance* (biaya peralatan dan biaya tenaga kerja). Data-data tersebut akan dilakukan pengolahan data.

Bab V Analisis Data

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai analisis hasil pengolahan data yang dilakukan. Analisis yang dilakukan adalah analisis *risk matrix*, *criticality equipment* berdasarkan *Risk Matrix*, analisis hasil perhitungan umur sisa *equipment*, menentukan rencana penjadwalan inspeksi, dan *maintenance cost equipment* eksisting dan usulan.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini berisi kesimpulan dari penelitian dan saran bagi perusahaan dan penelitian selanjutnya.