

SIMULASI RANCANGAN *REVERSE* LOGISTICS UNTUK BATERAI LAPTOP

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh :

Nama : Henry Dharmawan Santoso
NPM : 2014610012



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2018**



**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**



Nama : Henry Dharmawan Santoso
NPM : 2014610012
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : SIMULASI RANCANGAN *REVERSE LOGISTICS* UNTUK
BATERAI LAPTOP

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, Juli 2018

Ketua Program Studi Teknik Industri

(Dr. Carles Sitompul, S.T., M.T., M.I.M.)

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

(Dr. Ir. Bagus Arthaya, M.Eng)

(Paulina Kus Ariningsih, S.T., M.Sc)



Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan

Pernyataan Tidak Mencontek atau Melakukan Tindakan Plagiat

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Henry Dharmawan Santoso

NPM : 2014610012

dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

“SIMULASI RANCANGAN *REVERSE LOGISTICS* UNTUK BATERAI LAPTOP”

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada saya.

Bandung, 27 Juli 2018

Henry Dharmawan Santoso
2014610012

ABSTRAK

Sebagai sebuah produk elektronik, laptop memiliki berbagai komponen penyusun, salah satunya baterai. Baterai laptop merupakan salah satu komponen yang apabila sudah tidak terpakai dan dibuang akan menjadi *e-waste*, dimana penumpukan jumlah *e-waste* dapat memberikan efek-efek negatif terhadap lingkungan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meminimasi penumpukan dan mengurangi jumlah *e-waste* adalah dengan menerapkan *reverse logistics*. Namun pada praktiknya, penerapan *reverse logistics* di Indonesia masih jarang ditemui, khususnya untuk produk baterai.

Langkah awal yang dilakukan adalah dengan mengidentifikasi *current forward logistics* untuk baterai laptop, perilaku konsumen setelah baterai laptop usang dan dalam mendukung penerapan *reverse logistics*. Rancangan *reverse logistics* untuk proses ulang difokuskan pada pengembalian baterai bekas oleh konsumen. Evaluasi rancangan *reverse logistics* dilakukan pada aspek jarak, biaya, dan dampak lingkungan dengan membangun tiga buah skenario. Skenario pertama adalah pengembalian secara langsung oleh masing-masing dealer, skenario 2 adalah pengembalian terpusat dimana pusatnya adalah *dealer* dengan posisi terdekat dengan manufaktur. Sedangkan skenario 3 juga merupakan pengembalian terpusat dengan pusat yang didapat dengan metode *Centre of Gravity*. Ketiga skenario ini disimulasikan untuk mendapatkan skenario mana yang terbaik. Estimasi biaya, kecuali biaya proses produksi, pada skenario terpilih juga dilakukan untuk mengetahui laba atau rugi.

Rancangan yang diusulkan didapatkan dengan mengevaluasi jarak, biaya, dan dampak lingkungan yang paling minimum untuk ketiga skenario. Untuk mendapatkan hasil optimal, digunakan gabungan dari skenario-skenario yang ada. Dari segi jarak, total yang harus ditempuh adalah 8.143,5 km tiap minggu. Biaya yang harus dikeluarkan sebesar Rp. 2.421.082 tiap minggu. Dan dari segi *carbon footprint*, karbon yang dihasilkan adalah sebesar 1,95 ton per minggu.

ABSTRACT

As an electronic product, laptops have a variety of constituent components, one of them is battery. Laptop battery is a component that when it is unused and discarded will become e-waste, where the buildup of e-waste can cause negative effects to the environment. One effort that can be done to minimize the buildup and reduce the amount of e-waste is to apply reverse logistics. But in practice, the application of reverse logistics in Indonesia is still rare, especially for battery products.

The first step is to identify current forward logistics for laptop batteries, consumer behavior after obsolete laptop batteries and in support of the application of reverse logistics. The reverse logistics design for reprocessing is focused on returning used batteries by consumers. Evaluation of reverse logistics design is done on the aspect of distance, cost, and environmental impact by developing three scenarios. The first scenario is a direct return by each dealer, scenario 2 is a centralized where the center is the dealer with the closest position to the manufacturer. While scenario 3 is also a centralized return while the center is obtained by the Center of Gravity method. Three of these scenarios are simulated to see which one is the best. Estimated costs, excluding production costs, in selected scenarios are also performed to determine the profit or loss.

The proposed design is obtained by evaluating the minimum distance, cost, and environmental impact for all three scenarios. To obtain optimal results, usage combination of the existing scenarios are done. In terms of distance, the total to be covered is 8,143.5 km weekly. Cost to be incurred is Rp. 2.421.082 per week. And in terms of carbon footprint, the carbon produced is 1.95 tons per week.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga laporan penelitian dengan judul “Simulasi Rancangan *Reverse Logistics* Untuk Baterai Laptop” dapat diselesaikan. Tugas Akhir ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan.

Pengerjaan skripsi ini dapat selesai karena bantuan dan dukungan yang diberikan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Bagus Arthaya, M.Eng dan Paulina Kus Ariningsih, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dan memberikan arahan serta bimbingan dari awal hingga selesainya pengerjaan skripsi.
2. Catharina Badra Nawangpalupi, Ph.D. selaku dosen penguji proposal yang memberi masukan terhadap pengerjaan skripsi.
3. Fransiscus Rian Pratikto, S.T., M.T., M.S. dan Titi Iswari, S.T., M.Sc., M.B.A. selaku penguji dalam sidang skripsi.
4. Dr. Carles Sitompul, S.T., M.T., M.I.M., selaku Koordinator Skripsi Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Parahyangan.
5. Lingga Imanda Fuedsi selaku pihak dari PT. X yang memberikan penjelasan dan data-data terkait yang sangat berguna untuk penelitian.
6. Keluarga penulis yang telah memanjatkan doa dan memberi dukungan kepada penulis.
7. Teman-teman APXX yang memberikan segala bentuk dukungan bagi penulis.
8. Felick Kurnia, S.T. dan Ray Paulus, S.T. selaku teman seperjuangan penulis yang selalu mendukung dan turut memberikan ide-ide bagi penulis.
9. Teman-teman asisten Simulasi Sistem 2017/2018 yang memberikan semangat bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu.

10. Segenap anggota kelas A dan angkatan 2014 Teknik Industri Unpar yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penyusunan laporan Tugas Akhir ini diharapkan dapat berguna bagi pihak-pihak terkait maupun untuk penelitian sejenis. Maka dari itu, saran dan kritik yang membangun diharapkan agar penelitian sejenis dapat lebih berhasil lagi.

Bandung, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|------------|
| ABSTRAK | i |
| ABSTRACT | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR LAMPIRAN | xi |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| I.1 Latar Belakang | I-1 |
| I.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah | I-4 |
| I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi | I-8 |
| I.4 Tujuan Penelitian..... | I-9 |
| I.5 Manfaat Penelitian..... | I-9 |
| I.6 Metodologi Penelitian | I-9 |
| I.7 Sistematika Penulisan | I-12 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| II.1 <i>Reverse Logistics</i> | II-1 |
| II.2 Baterai <i>Li-ion</i> | II-6 |
| II.3 <i>E-waste</i> | II-6 |
| II.4 <i>Gravity Location Model</i> | II-7 |
| II.5 Simulasi..... | II-8 |
| II.6 <i>Performance Measurement</i> | II-9 |
| II.7 Siklus Hidup Produk | II-10 |
| II.8 Pengurangan <i>Waste</i> | II-11 |
| BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA | |
| III.1 Identifikasi <i>Current Forward Logistics</i> | III-1 |
| III.2 Pengumpulan Data Awal | III-2 |
| III.3 Pengumpulan dan Pengolahan Data Kuesioner | III-4 |
| III.3.1 Perilaku Responden Setelah Mengetahui Baterai Laptop Rusak | III-5 |
| III.3.2 Ketersediaan Responden Untuk Mengembalikan | |

| | | |
|-----------------------------------|--|--------|
| | Baterai Laptop Bekas | III-6 |
| III.3.3 | Jenis Tempat Pengembalian yang Diminati | |
| | Responden | III-7 |
| III.3.4 | Ketersediaan Responden Untuk Membeli Dan | |
| | Menggunakan Baterai Laptop Hasil Proses Ulang... | III-9 |
| III.4 | Perhitungan Jumlah Pengembalian Baterai Bekas | III-10 |
| III.5 | Rancangan Kegiatan <i>Collection</i> | III-11 |
| | III.5.1 Skenario 1 | III-13 |
| | III.5.2 Skenario 2 | III-21 |
| | III.5.3 Skenario 3 | III-30 |
| | III.5.4 Perhitungan Dampak Lingkungan..... | III-42 |
| | III.5.5 Skenario Terpilih..... | III-43 |
| III.6 | Rancangan Aktifitas Pemrosesan Ulang..... | III-46 |
| | III.6.1 Rancangan Aktifitas Pemrosesan Sel Baterai | III-47 |
| | III.6.2 Rancangan Aktifitas Pemrosesan Komponen Lain . | III-47 |
| III.7 | Estimasi Biaya | III-48 |
| BAB IV ANALISIS | | |
| IV.1 | <i>Analisis Current Forward Logistics</i> | IV-1 |
| IV.2 | Analisis Hasil Penyebaran Kuesioner | IV-1 |
| IV.3 | Analisis Pemilihan Skenario | IV-3 |
| IV.4 | Analisis Estimasi Biaya..... | IV-7 |
| IV.5 | Analisis Penentuan Harga | IV-8 |
| IV.6 | Analisis Perilaku Pengembalian dari Konsumen..... | IV-8 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | | |
| V.1 | Kesimpulan..... | V-1 |
| V.2 | Saran..... | V-1 |
| DAFTAR PUSTAKA | | |
| LAMPIRAN | | |
| RIWAYAT HIDUP | | |

DAFTAR TABEL

| | | |
|--------------|--|--------|
| Tabel I.1 | Perkembangan Pengguna Alat Elektronik di Indonesia | I-4 |
| Tabel II.1 | Komponen, Fungsi, dan Material Pada Baterai <i>Li-ion</i> | II-6 |
| Tabel III.1 | Data Penjualan Laptop Merk X di Jawa Barat | III-3 |
| Tabel III.2 | Persentase Penduduk di Pulau Jawa..... | III-3 |
| Tabel III.3 | Data Penjualan di Pulau Jawa | III-4 |
| Tabel III.4 | Perkiraan Baterai Bekas yang Dikembalikan..... | III-11 |
| Tabel III.5 | Rekapitulasi Jarak dan Perhitungan Biaya Skenario 1 | III-15 |
| Tabel III.6 | Rekapitulasi Jarak dan Perhitungan Biaya Skenario 2 | III-23 |
| Tabel III.7 | Perhitungan Akhir Jarak dan Biaya Skenario 2 | III-29 |
| Tabel III.8 | Rekapitulasi Hasil COG | III-33 |
| Tabel III.9 | Selisih Koordinat Skenario Terhadap Titik Pusat Banten | III-33 |
| Tabel III.10 | <i>Dealer</i> Pusat Skenario 3 | III-34 |
| Tabel III.11 | Rekapitulasi Jarak Skenario 3..... | III-34 |
| Tabel III.12 | Perhitungan Akhir Jarak dan Biaya Skenario 3 | III-41 |
| Tabel III.13 | Perhitungan <i>Carbon Footprint</i> | III-43 |
| Tabel III.14 | Rekapitulasi Tiga Skenario Berdasarkan Jarak..... | III-44 |
| Tabel III.15 | Rekapitulasi Tiga Skenario Berdasarkan Biaya..... | III-44 |
| Tabel III.16 | Rekapitulasi Tiga Skenario Berdasarkan <i>Carbon Footprint</i> | III-44 |
| Tabel III.17 | Rekapitulasi Skenario Terpilih..... | III-45 |
| Tabel III.18 | Rekapitulasi Perubahan Evaluasi Dampak Lingkungan Setiap Komponen | III-46 |
| Tabel III.19 | Biaya Material Langsung..... | III-48 |
| Tabel III.20 | Biaya Material Tidak Langsung | III-49 |
| Tabel III.21 | Biaya Transportasi | III-49 |
| Tabel III.22 | Biaya Peralatan dan Perawatannya | III-50 |
| Tabel III.23 | Biaya Tenaga Kerja | III-50 |
| Tabel III.24 | Biaya Listrik | III-50 |
| Tabel III.25 | Estimasi Pemasukkan untuk Kondisi 1..... | III-51 |
| Tabel III.26 | Estimasi Pemasukkan untuk Kondisi 2..... | III-51 |

| | | |
|--------------|--|--------|
| Tabel III.27 | Estimasi Pemasukkan untuk Kondisi 3..... | III-52 |
| Tabel III.28 | Perhitungan Laba Rugi (Rp)..... | III-52 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|---------------|--|--------|
| Gambar I.1 | <i>Global e-waste Generated 2014-2021</i> | I-2 |
| Gambar I.2 | <i>Annual Growth Pengguna Internet Dunia 2017</i> | I-3 |
| Gambar I.3 | <i>e-waste Collection Points di Singapura</i> | I-6 |
| Gambar I.4 | Rancangan <i>Reverse Logistics</i> | I-7 |
| Gambar I.5 | Metodologi Penelitian..... | I-11 |
| Gambar II.1 | <i>Supply Chain Stages</i> | II-2 |
| Gambar II.2 | <i>Integrated Reverse Logistics Network</i> | II-3 |
| Gambar II.3 | <i>Centralized and Distributed Reverse Logistics Network</i> | II-4 |
| Gambar II.4 | Ilustrasi Prosedur <i>Recycle dan Regeneration Sel Baterai</i> | II-12 |
| Gambar III.1 | Alur <i>Forward Logistics</i> Baterai Laptop..... | III-1 |
| Gambar III.2 | Perilaku Responden Setelah Mengetahui Baterai Laptop Rusak..... | III-5 |
| Gambar III.3 | Ketersediaan Responden Mengembalikan Baterai Laptop Bekas | III-6 |
| Gambar III.4 | Alasan Responden Tidak Bersedia Mengembalikan | III-7 |
| Gambar III.5 | Jenis Tempat Pengembalian Preferensi Responden..... | III-8 |
| Gambar III.6 | Jarak Tempat Pengembalian Pilihan Bagi Responden..... | III-8 |
| Gambar III.7 | Ketersediaan Responden Menggunakan dan Membeli Baterai Laptop Hasil Proses Ulang..... | III-9 |
| Gambar III.8 | Harga Preferensi Menurut Responden | III-10 |
| Gambar III.9 | Peta Pulau Jawa | III-12 |
| Gambar III.10 | Ilustrasi <i>Collection</i> Skenario 1 | III-13 |
| Gambar III.11 | Contoh Jarak Skenario 1 | III-14 |
| Gambar III.12 | Perhitungan Harga Jasa Logistik | III-15 |
| Gambar III.13 | Ilustrasi <i>Collection</i> Skenario 2..... | III-21 |
| Gambar III.14 | Ilustrasi <i>Collection</i> Skenario 3..... | III-30 |
| Gambar III.15 | Contoh <i>Longitude</i> dan <i>Latitude</i> Skenario 3 | III-31 |
| Gambar III.16 | Tampilan Awal POM QM V4 <i>Module Location</i> | III-31 |
| Gambar III.17 | Contoh COG Skenario 3 Banten | III-32 |
| Gambar III.18 | Contoh Perhitungan dengan <i>Carbon Footprint Calculator</i> | III-42 |

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A REKAPITULASI KUESIONER *REVERSE LOGISTICS* BATERAI
LAPTOP

LAMPIRAN B DAFTAR *AUTHORIZED DEALER*

LAMPIRAN C PERBANDINGAN 1 PUSAT DAN 2 PUSAT

LAMPIRAN D KOORDINAT *DEALER* SKENARIO 3

LAMPIRAN E JARAK *RECTILINEAR* SKENARIO 3

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, dan identifikasi dan perumusan masalah. Selain itu, dibahas pula mengenai batasan dan asumsi, tujuan, manfaat, metodologi, dan sistematika pada penelitian ini.

I.1 Latar Belakang

Pesatnya perkembangan zaman mempengaruhi segala aspek dalam kehidupan manusia. Kehidupan sehari-hari setiap orang pun dipengaruhi oleh teknologi yang ada. Aspek yang paling berpengaruh adalah kemudahan manusia untuk mengakses segala sesuatu. Dengan berkembangnya teknologi, akses manusia untuk memperoleh segala sesuatu menjadi kian mudah dan cepat. Selain perkembangan teknologi, juga terdapat kecenderungan manusia untuk menginginkan sesuatu yang serba cepat untuk menjalankan pekerjaan dan aktivitas mereka.

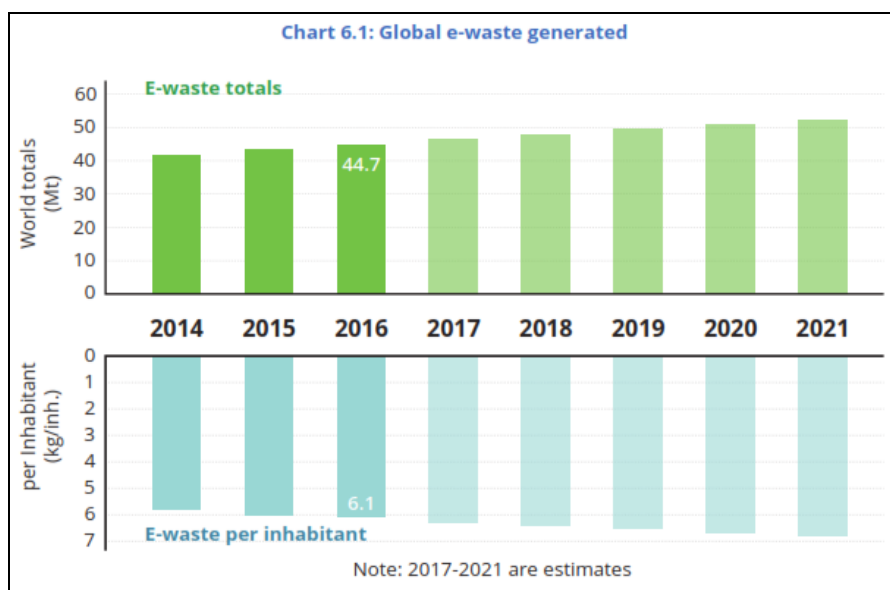
Kecenderungan manusia yang menginginkan segala sesuatu yang serba cepat menjadikan manusia membutuhkan kepraktisan. Dalam memenuhi tuntutan pekerjaan, baik pekerja maupun pelajar, manusia menggunakan perangkat elektronik sebagai media untuk menyelesaikan pekerjaan mereka. Baik mereka yang memiliki mobilitas tinggi maupun rendah, laptop dapat menjadi solusi untuk memenuhi kebutuhan manusia untuk menyelesaikan pekerjaan dengan bantuan alat elektronik. Laptop merupakan sebuah perangkat yang berfungsi layaknya sebuah komputer dan merupakan salah satu perangkat elektronik yang paling sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari karena kepraktisannya untuk dibawa kemanapun. Sebuah laptop pada umumnya terdiri dari layar *monitor*, *keyboard*, *motherboard*, dan baterai. Komponen baterai inilah yang cukup sering mengalami kerusakan dan pada akhirnya dibuang.

Baterai yang menjadi fokus penelitian ini adalah baterai *lithium-ion*, yang termasuk sebagai baterai *rechargeable*. Baterai ini merupakan baterai *rechargeable* yang paling banyak ditemui pada produk-produk elektronik pada saat ini, seperti *smartphone*, laptop, kamera, dan lain-lain. Baterai ini memiliki

bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan baterai lainnya seperti baterai NiCD dan baterai NiMH. Selain itu, baterai *Li-ion* banyak digunakan karena baterai ini tidak memiliki *memory effect* seperti baterai lainnya.

Baterai yang digunakan pada umumnya memiliki *useful life* (masa pakai) seperti halnya barang-barang lain. Menurut Internal Revenue Service (2017), *useful life* adalah estimasi durasi dari sebuah aset untuk dapat tetap digunakan sesuai fungsinya. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi perkiraan *useful life*, antara lain pola penggunaan, umur dari suatu barang, dan penggunaan teknologi. *Useful life* mengacu pada perkiraan jangka waktu dari penggunaan untuk berbagai aset seperti, bangunan, mesin, peralatan, kendaraan, alat elektronik, dan furnitur. Hal ini akan mengestimasi kapan suatu aset akan menjadi usang, memerlukan perbaikan besar, atau berhenti memberikan nilai ekonomis.

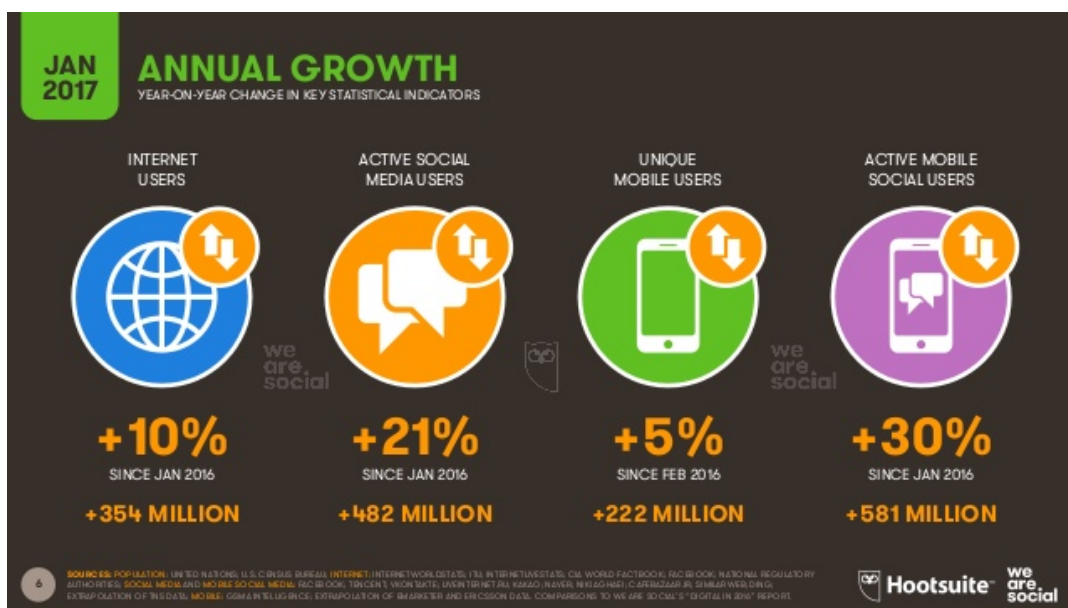
Apabila suatu barang telah melewati *useful life*-nya, kondisi maupun kinerja barang tersebut tidak optimal seperti pada saat kondisi baru. Pada umumnya, barang tersebut sudah tidak berfungsi atau tidak diinginkan sehingga dapat dikategorikan sebagai *waste*. Karena baterai merupakan alat elektronik (termasuk apapun yang memiliki tenaga dari sumber listrik), sampah baterai dapat disebut sebagai *e-waste*. *E-waste* merupakan suatu peralatan elektrik dan elektronik yang telah dibuang (nea.gov.sg). Gambar I.1 menunjukkan jumlah *e-waste* yang dihasilkan secara global dari tahun 2014 hingga tahun 2021.



Gambar I.1 *Global e-waste Generated 2014-2021*
 Sumber : Balde, Forti, Gray, Kuehr, dan Stegmann (2017)

Berdasarkan Gambar I.1, dapat dilihat bahwa dari tahun ke tahun terdapat peningkatan jumlah *e-waste*. Peningkatan *e-waste* dengan jumlah yang besar berpotensi untuk menimbulkan dampak yang berbahaya bagi kesehatan maupun lingkungan. Sebagai contoh, uap *lithium* yang terhirup dapat menimbulkan dampak bagi pernapasan dan *lithium* yang bereaksi dengan uap air di udara dapat menjadi senyawa yang korosif dan dapat mencemari lingkungan air yang berbahaya bagi makhluk hidup di dalamnya (amazon.co, 2017). Di Indonesia, *e-waste* dikategorikan sebagai sampah B3 (bahan beracun berbahaya).

Berdasarkan data yang didapatkan pada wearesocial.com pada Gambar I.2, pertumbuhan pengguna internet di dunia pada Januari 2017 mencapai 10% dengan kenaikan sekitar 354 juta pengguna dari Januari 2016. Pertumbuhan pengguna internet dunia dapat dilihat pada Gambar I.2. Untuk mengakses internet, seseorang memerlukan sebuah perangkat elektronik baik pc/laptop, hp, maupun tablet. Oleh karena itu, seiring dengan meningkatnya pengguna internet, maka pengguna perangkat elektronik pun akan bertambah.



Gambar I.2 Annual Growth Pengguna Internet Dunia 2017

Sumber : Kemp (2017)

Penggunaan perangkat elektronik yang berkembang akan berakibat pada bertambahnya jumlah *e-waste*. Pertumbuhan jumlah *e-waste* tentunya akan memberikan dampak yang lebih besar terhadap lingkungan. Maka dari itu,

diperlukan pengendalian yang lebih baik untuk meminimasi jumlah *e-waste* khususnya yang berasal dari laptop.

I.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Pada zaman sekarang, semuanya kian mudah dan cepat. Kemudahan tersebut juga berdampak pada makin terjangkaunya laptop untuk dimiliki oleh setiap orang. Jumlah pengguna laptop di Indonesia juga semakin bertambah seiring dengan adanya laptop dengan harga yang lebih terjangkau. Selain itu, penggunaan laptop di Indonesia mengalami peningkatan yang lebih signifikan dibandingkan dengan penggunaan HP di Indonesia.

Menurut Kemp (2017), jumlah pengguna laptop atau *desktop computer* telah mencapai angka 21% dari seluruh penduduk berusia dewasa. Jumlah tersebut telah meningkat sebanyak 6% dari tahun 2016 yaitu sebanyak 15% pengguna. Dengan demikian, baik cepat atau lambat, akan muncul *e-waste* yang terdiri dari komponen-komponen laptop tersebut di Indonesia. Tabel I.1 merupakan rekapitulasi penggunaan HP dan Laptop di Indonesia pada tahun 2016 dan 2017.

Tabel I.1 Perkembangan Pengguna Alat Elektronik di Indonesia

| Tahun | Peningkatan Pengguna Internet Dunia | Pengguna Laptop Indonesia | Durasi Penggunaan Laptop Indonesia | Pengguna HP Indonesia | Durasi Penggunaan HP Indonesia |
|-------|-------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| 2016 | 10% | 15% | 4 jam 42 menit | 43% | 3 jam 33 menit |
| 2017 | 10% | 21% | 8 jam 44 menit | 47% | 3 jam 55 menit |

(Sumber : Kemp, 2017)

Menurut Kemp (2017), rata-rata penggunaan internet dengan menggunakan laptop mencapai 8 jam 44 menit per hari. Rata-rata durasi penggunaan laptop jauh lebih lama dibandingkan dengan penggunaan perangkat elektronik lainnya.

Dengan tingginya durasi rata-rata penggunaan laptop di Indonesia, maka akan semakin cepat pula baterai yang digunakan akan melampaui *useful life*-nya. Ketika sebuah perangkat telah melewati *useful life*-nya, performansi perangkat tersebut tidak seoptimal pada saat kondisi baru atau bahkan rusak, dimana baterai *li-ion* akan rusak setelah 2-3 tahun penggunaan. Dengan

peningkatan pola penggunaan ini, pergantian baterai laptop akan semakin sering terjadi dan baterai lama biasanya akan dibuang. Sebagai gambaran, apabila sebuah baterai dapat digunakan selama 2 tahun dengan durasi penggunaan 4 jam per harinya. Maka baterai yang sama hanya akan bertahan selama 1 tahun dengan durasi penggunaan 8 jam per hari.

Baterai laptop dan HP sendiri memiliki bobot dan dimensi yang bervariasi. Sebagai perbandingan, baterai laptop memiliki bobot yang bervariasi dari 400-600 gram. Sedangkan baterai HP memiliki bobot antara 100-150 gram. Dengan demikian, satu buah baterai laptop yang dibuang akan menghasilkan *e-waste* yang lebih banyak dibandingkan dengan baterai HP dengan bobot yang mencapai 3 kali lipatnya.

Berdasarkan National Environment Agency (2017), terdapat dua alasan penting mengapa *e-waste* penting untuk didaur ulang. Pertama, mendaur ulang *e-waste* dapat melindungi kesehatan manusia dan lingkungan. Kedua, mendaur ulang *e-waste* dapat membantu melestarikan sumber daya alam. Penanganan *e-waste* secara tepat dapat membantu pencegahan degradasi lingkungan dan menghindarkan ancaman terhadap kesehatan manusia. Namun dari jenis-jenis *rechargeable battery* yang ada, hanya baterai HP dan laptop yang dapat di-*recycle*.

Selain itu, menurut Environmental Protection Agency (2017), meskipun belum ada data spesifik mengenai pendauran ulang baterai laptop, mendaur ulang satu juta laptop akan menghemat energi sejumlah dengan penggunaan listrik yang digunakan oleh 3.500 rumah tangga di Amerika Serikat dalam satu tahun. Sedangkan mendaur ulang satu juta telepon genggam, 35.000 pon tembaga, 772 pon perak, 75 pon emas, dan 33 pon *palladium* dapat dipulihkan.

Di Indonesia, masih banyak masyarakat yang asing dengan istilah *e-waste*. Hal ini dikarenakan masyarakat Indonesia kurang memahami dampak yang dapat ditimbulkan dari *e-waste* bagi kesehatan manusia maupun kelestarian lingkungan. Hal ini juga dibuktikan dengan masih sedikitnya penanganan *e-waste* di Indonesia. Berdasarkan Balde, et al. (2017), rata-rata *e-waste* yang dihasilkan oleh penduduk Indonesia mencapai angka 4.9 kg/orang. Hingga tahun 2016, Indonesia telah menghasilkan 1.274 ton *e-waste*. Pesatnya peningkatan pengguna perangkat elektronik yang tidak didukung dengan

penanganan *e-waste* yang baik akan mengakibatkan peningkatan jumlah *e-waste* yang tidak tertangani di Indonesia.

Sebagai perbandingan, negara Singapura telah menerapkan pengolahan *e-waste*. Pemerintah Singapura telah menjalin kerja sama dengan pihak swasta untuk menanggulangi *e-waste*. Terdapat sejumlah titik lokasi dimana masyarakat dapat membuang *e-waste* agar pengelolaan *e-waste* lebih mudah dilakukan. Gambar 1.3 menunjukkan beberapa titik lokasi tempat pengolahan *e-waste* di Singapura.



Gambar 1.3 *e-waste Collection Points* di Singapura
(Sumber : www.nea.gov.sg)

Untuk meminimasi peningkatan *e-waste* yang makin pesat seperti sekarang, penerapan *reverse logistics* dapat menjadi salah satu solusi yang tepat. Penerapan *reverse logistics* berfokus pada pengembalian barang yang telah digunakan oleh konsumen sehingga dapat meminimasi jumlah barang (*e-waste*) yang dibuang oleh konsumen yang tidak sesuai tempatnya. Selain itu, barang yang dikembalikan oleh konsumen dapat diproses ulang agar barang yang semula dibuang karena sudah tidak berfungsi dapat digunakan kembali (*recovery value*). Dengan demikian, penerapan *reverse logistics* dapat pula

memperpanjang umur pakai sebuah produk, yang awalnya hanya digunakan dan langsung dibuang menjadi dapat digunakan kembali.

Penerapan *reverse logistics* menjadi sebuah metode yang tepat untuk permasalahan *e-waste* yang ada di Indonesia, khususnya Pulau Jawa karena pada kondisi sekarang terdapat sampah-sampah elektronik yang tidak diperlakukan sesuai dengan seharusnya. Dengan penerapan *reverse logistics*, sampah-sampah elektronik yang sekarang ada dapat diminimasi dengan adanya pemrosesan ulang seperti *remanufacture* dan *recycle*. Selain mengurangi jumlah yang ada sekarang, produk-produk hasil pemrosesan tersebut nantinya dapat digunakan kembali sehingga dapat meminimasi kuantitas produk yang akan diproduksi dengan menggunakan sumber daya alam yang baru karena produk yang telah mengalami *recovery value* dapat menjadi produk komplementer dari produk yang sama.

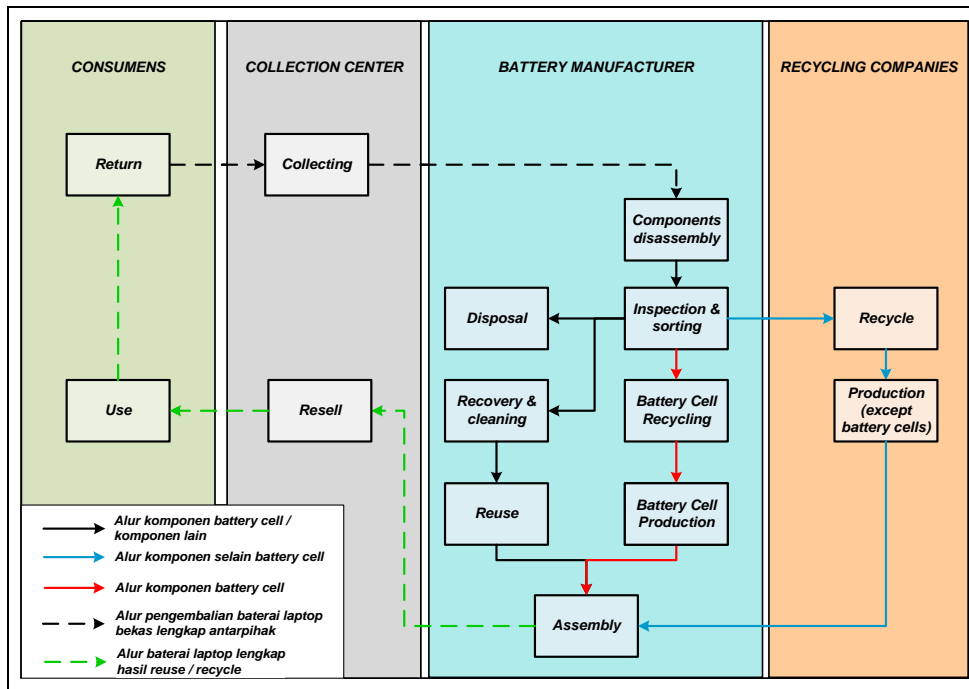
PT. X merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi dan menjual laptop. Apabila *reverse logistics* telah diterapkan, PT. X dapat memproduksi baterai laptop dengan bahan dasar yang lebih ramah lingkungan. Hal ini dapat menjadi keunggulan bagi perusahaan dalam pengolahan sumber daya yang ada. Penggunaan bahan yang lebih ramah lingkungan ini tentunya merupakan suatu bentuk kepedulian dari perusahaan terhadap lingkungan.

Selain itu, proses *reuse* maupun *reassembly* merupakan proses yang dapat membuat perusahaan meminimasi biaya tanpa menurunkan performansi dari perusahaan sendiri. Dari segi penerapan *reverse logistics*, di Indonesia belum terdapat perusahaan laptop yang menerapkannya. Maka dari itu, penerapan *reverse logistics* akan menjadikan PT. X sebagai suatu organisasi yang turut bergerak untuk mendukung keberlangsungan lingkungan. Hal ini tentunya akan memberikan *image* yang berbeda bagi PT X di mata konsumen.

Berdasarkan Haryani (2017), terdapat sebuah rancangan rantai *reverse logistics* untuk baterai laptop bekas (dapat dilihat pada Gambar I.4). Rancangan tersebut telah dinilai oleh ahli dengan mempertimbangkan beberapa aspek, seperti kemudahan akses pengembalian produk, kompleksitas alur, perkiraan biaya, *lead time*, kemudahan aliran komunikasi dan informasi, peluang keikutsertaan UKM, dan dampak lingkungan.

Dari rancangan tersebut, akan dibuat beberapa skenario untuk mensimulasikan bagaimana baterai-baterai bekas yang telah digunakan

konsumen dapat dikembalikan. Simulasi ini dilakukan karena simulasi memungkinkan untuk mengestimasi sistem yang disimulasikan. Selain itu, penggunaan simulasi ini didasarkan pada *reverse logistics* pada sistem sekarang yang belum ada. Penggunaan simulasi dilakukan untuk menggambarkan sistem rancangan yang nantinya akan diusulkan.



Gambar I.4 Rancangan *Reverse logistics*
(Sumber : Haryani, 2017)

Dari identifikasi masalah di atas, diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan *reverse logistics* untuk baterai laptop yang tepat untuk diterapkan di Pulau Jawa dari segi biaya?
2. Bagaimana dampak lingkungan dapat diminimasi dari usulan rancangan *reverse logistics* di Pulau Jawa?

I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi

Untuk memfokuskan penelitian terhadap masalah agar tidak terlalu luas, digunakan pembatasan masalah, yaitu :

1. Baterai yang diteliti adalah jenis baterai laptop *rechargeable, Li-ion*.
2. Penelitian dibatasi pada pulau Jawa.
3. Pemrosesan dilakukan di tempat manufaktur, baik *disassembly*, inspeksi, *recycle*, dan *reassembly*.

4. Proses manufaktur tidak dimasukkan kedalam penelitian.
5. Dalam penelitian ini *lead time* tidak dipertimbangkan
Selain pembatasan masalah dibuat pula beberapa asumsi untuk memudahkan peneliti dalam melakukan penelitian :
 1. Baterai memiliki konfigurasi dan komponen yang sama.
 2. Kapasitas masing-masing *battery cell* sama.
 3. Setiap pihak yang terlibat bersedia untuk mendukung penerapan *reverse logistics*.
 4. Kondisi sistem pada saat penelitian tidak berubah.

I.4 Tujuan Penelitian

Terdapat beberapa tujuan dilakukannya penelitian ini, antara lain :

1. Mendapatkan rancangan *reverse logistics* untuk baterai laptop yang tepat untuk diterapkan di Pulau Jawa dari segi biaya.
2. Mengetahui dampak lingkungan dari usulan rancangan *reverse logistics* di Pulau Jawa.

I.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat-manfaat antara lain :

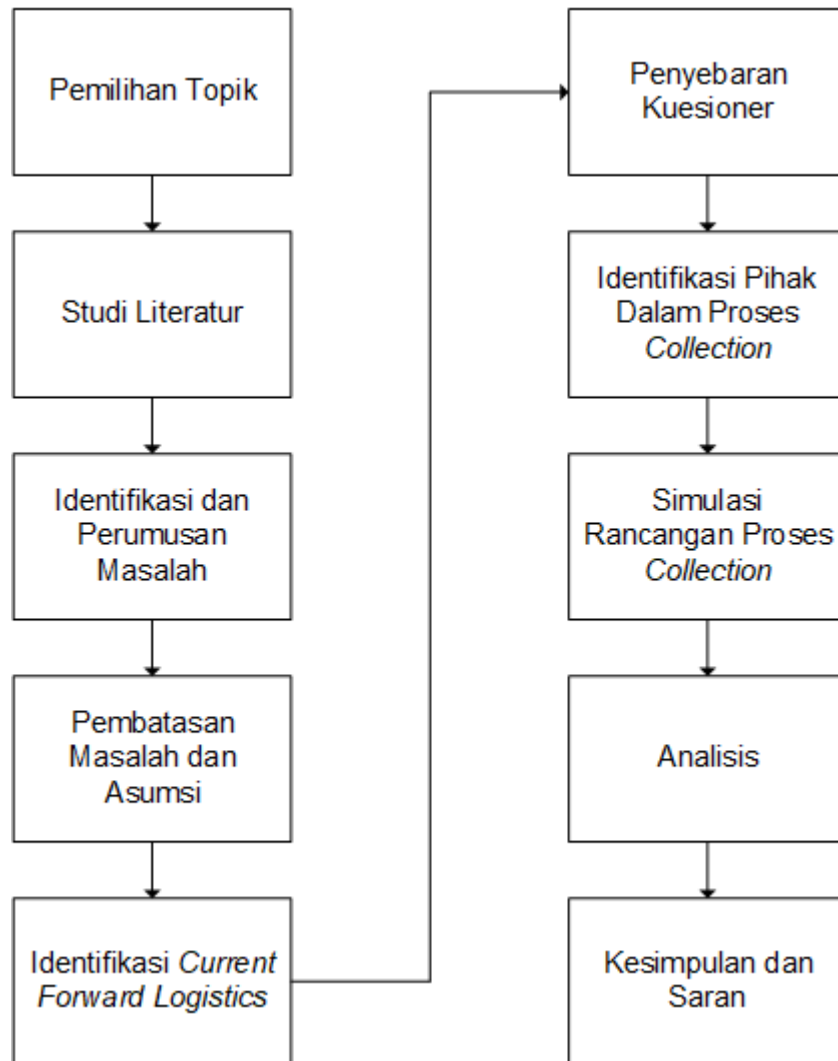
1. Memberikan alternatif pengembangan dan penerapan *reverse logistics* di Indonesia.
2. Memberikan dampak positif terhadap lingkungan apabila rancangan *reverse logistics* untuk baterai laptop diterapkan dalam jangka panjang.
3. Dapat menjadi referensi untuk penelitian yang berkaitan dengan *reverse logistics*.

I.6 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan urutan proses dalam melakukan penelitian. Metodologi diperlukan agar peneliti dapat melakukan penelitian secara terstruktur dan sistematis. Metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar I.5. Berikut merupakan metodologi yang digunakan dalam penelitian ini :

- I.6.1 **Pemilihan Topik**
Topik yang dipilih oleh peneliti adalah perancangan *reverse logistics* untuk baterai laptop di Indonesia.
- I.6.2 **Studi Literatur**
Studi literatur dilakukan dengan mempelajari mengenai *reverse logistics*, *performance measurement*, dan *e-waste*.
- I.6.3 **Identifikasi dan Perumusan Masalah**
Identifikasi masalah dilakukan dengan cara observasi, pengumpulan data awal, dan studi literatur. Observasi dilakukan dengan mempelajari jurnal. Pengumpulan data awal dilakukan dengan membuat tabel-tabel terkait dengan masalah dalam penelitian. Studi literatur dilakukan dengan mempelajari hal terkait dengan *reverse logistics*.
- I.6.4 **Pembatasan Masalah dan Asumsi**
Pembatasan masalah dilakukan dengan tujuan agar penelitian lebih terfokus pada masalah-masalah yang sedang diteliti. Sedangkan asumsi digunakan untuk mempermudah peneliti dalam melakukan penelitian.
- I.6.5 **Identifikasi *Current Forward Logistic***
Tahap awal dalam penelitian ini adalah dengan mengidentifikasi kondisi sekarang perpindahan baterai laptop dari awal hingga menuju konsumen. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah *current forward logistics* dapat digunakan sebagai *network* untuk penerapan *reverse logistics*. Identifikasi dilakukan dengan metode wawancara terhadap salah satu manajer pada PT.X.
- I.6.6 **Penyebaran Kuesioner**
Penyebaran kuesioner yang dilakukan untuk mendukung kepentingan-kepentingan yang berkaitan dengan *reverse logistics* untuk baterai laptop. Penyebaran kuesioner dilakukan secara *online* dengan bantuan *Google Form*. Responen pada kuesioner ini adalah pengguna laptop yang bertempat tinggal di pulau Jawa. Hasil dari kuesioner ini berupa data-data yang berkaitan dengan *reverse logistics* dan digunakan pula untuk tahap selanjutnya.
- I.6.7 **Identifikasi Pihak Dalam Proses *Collection***
Mengidentifikasi pihak-pihak yang terlibat untuk rancangan *reverse logistics* baik dari konsumen menuju ke manufaktur. Hal ini dilakukan

dengan studi literatur dan berdasarkan hasil wawancara pada I.6.5. Pada tahap ini didapatkan konsumen, *dealer* resmi, dan manufaktur untuk PT. X.



Gambar I.5 Metodologi Penelitian

I.6.8 Simulasi Rancangan Proses *Collection*

Input didapatkan dari pengolahan data yang didapatkan secara *online* maupun dengan bantuan *software*. Selanjutnya adalah mensimulasikan tiga buah skenario untuk *collection* dari baterai-baterai laptop yang ada di Pulau Jawa sehingga terpilih skenario dengan biaya, jarak, dampak lingkungan yang minimum.

I.6.9 Analisis

Melakukan analisis terhadap rancangan yang telah dibuat.

I.6.10 Kesimpulan dan Saran

Setelah rancangan telah selesai, dibuatlah kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah dan pemberian saran yang berkenaan dengan *reverse logistics*.

I.7 Sistematika Penulisan

Pada penelitian ini, terdapat lima buah bagian yang menjadi sistematika penulisan, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi mengenai penjelasan tentang latar belakang dan identifikasi dan perumusan masalah dalam melakukan penelitian ini. Pada bab ini, juga terdapat pembatasan dan asumsi, tujuan, manfaat, dan metodologi penelitian. Pada bagian akhir terdapat sistematika penulisan yang berisi mengenai penjelasan singkat mengenai penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan dasar teori yang digunakan selama penelitian berlangsung. Dasar teori ini digunakan sebagai dasar untuk mengidentifikasi masalah maupun untuk mendukung proses pengambilan dan pengolahan data. Selain itu, dasar teori ini juga digunakan dalam melakukan analisis data. Dasar teori diperoleh dari sumber yang berupa buku, jurnal, maupun artikel *online*.

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi proses pengambilan data-data yang diperlukan untuk kepentingan penelitian. Data-data diperoleh berdasarkan penyebaran kuesioner, pengambilan data dari perusahaan. Data-data yang telah diambil kemudian diolah dengan bantuan *software* tertentu.

BAB IV ANALISIS DAN USULAN

Bab ini berisi analisis mengenai data-data yang telah diolah pada bab III. Pada bab ini juga terdapat usulan yang diusulkan berdasarkan pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan.