



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Transportasi

Transportasi secara umum dapat diartikan sebagai usaha pemindahan, atau penggerakan orang atau barang dari suatu lokasi, yang disebut lokasi asal ke lokasi lain, yang biasa disebut lokasi tujuan, untuk keperluan tertentu dengan menggunakan alat tertentu pula. Dari pengertian ini transportasi mempunyai beberapa dimensi seperti (Miro, 2011):

1. Lokasi
2. Alat (teknologi)
3. Keperluan tertentu di lokasi tujuan seperti ekonomi, sosial dan lain-lain.

Jangkauan pelayanan transportasi dapat diartikan sebagai batas-batas geografis pelayanan yang diberikan oleh transportasi kepada pengguna transportasi tersebut. Batas geografis pelayanan transportasi ini disebut juga sebagai wilayah operasi suatu sistem transportasi. Ada pelayanan sistem transportasi yang secara geografis hanya menjangkau wilayah pedesaan dan ada juga yang melayani wilayah perkotaan yang hanya menyediakan pelayanan untuk lokasi asal dan tujuan di dalam kota itu saja. Selain itu, ada juga sistem transportasi yang lokasi asal dan tujuannya telah melampaui batas kota, yaitu hingga ke kota lain di dalam satu provinsi. Pelayanan yang lebih luas lagi adalah pelayanan transportasi yang telah menjangkau kota-kota yang berada di luar provinsi tempat lokasi asalnya. Di samping itu, ada pula sistem transportasi antar negara yang melayani jaringan internasional (ibid).

2.1.1 Sistem Transportasi

Sistem transportasi dapat diartikan sebagai suatu kesatuan dari komponen yang saling mendukung dan bekerja sama dalam pengadaan pelayanan jasa transportasi yang melayani wilayah mulai dari tingkat lokal (desa dan kota) sampai ke tingkat nasional dan internasional. Komponen utama sistem transportasi adalah (ibid):



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

1. Objek yang diangkut atau dipindahkan (manusia dan barang)
2. Alat transportasi atau sarana (kendaraan dan peti kemas)
3. Tempat pergerakan alat transportasi, yaitu prasarana/infrastruktur (jalan)
4. Tempat memasukkan/memuat dan mengeluarkan/ membongkar objek yang diangkut ke dan dari dalam alat transportasi (terminal)
5. Yang memadukan *point a* sampai *d* di atas sekaligus mengatur dan mengelolanya (sistem pengoperasian/sistem manajemen)

Sementara itu, Menheim (1979 dikutip oleh Miro, 2011) mengemukakan bahwa komponen-komponen utama sistem transportasi adalah (Miro, 2011):

1. Jalan dan terminal (prasarana)
2. Kendaraan (sarana)
3. Sistem pengelolaan (manajemen)

Yang ketiganya saling terkait dan berintegrasi dalam memenuhi permintaan akan pelayanan transportasi yang berasal dari manusia dan barang yang berkegiatan (ibid).

Dengan telah diketahuinya komponen utama dari sistem transportasi tersebut di atas maka batasan sistem transportasi secara umum merupakan gabungan dari komponen-komponen (ibid):

1. Jalan dan terminal sebagai prasarana/infrastruktur yang tetap/tidak bergerak
2. Kendaraan atau alat transportasi sebagai sarana yang bergerak
3. Sistem pengoperasian sebagai komponen yang mengelola/memadukan prasarana dan sarana

Yang saling terkait, berintegrasi, dan bekerja sama dalam melayani dan memenuhi kebutuhan (permintaan) perjalanan dari manusia dan barang yang melakukan kegiatan dalam lingkup wilayah yang paling kecil (ibid).

2.1.2 Peranan Transportasi

Secara umum peranan transportasi dapat dikelompokkan menjadi peranan dalam peradaban manusia, peranan ekonomi, peranan sosial, peranan politik, dan dampak transportasi terhadap lingkungan. Berikut peran-peran transportasi (ibid):



1. Peranan transportasi terhadap peradaban manusia

Perkembangan peradaban manusia tergambar jelas dari perkembangan kegiatan sosial ekonominya. Pada zaman primitifnya, manusia tidak begitu mementingkan pelayanan transportasi karena pada masa itu barang dan jasa yang dibutuhkan belum beragam dan relatif sederhana serta cukup diangkut dengan tenaga sendiri. Di samping itu, manusia pada saat itu, hidup berpindah-pindah (nomaden) tanpa alat transportasi dan mereka bergerak secara alamiah untuk mencari apa yang dibutuhkan. Akan tetapi, di masa sekarang kebutuhan hidup telah semakin beragam dan sumber-sumber objek kebutuhan pun berpencar secara spasial. Manusia zaman sekarang pun cenderung hidup menetap, tidak lagi berpindah-pindah tempat seperti dulu. Dalam keadaan seperti ini, transportasi dan pengembangan teknologinya semakin diperlukan.

2. Peranan transportasi terhadap perekonomian

Dari aspek ekonomi, transportasi sangat mempengaruhi proses produksi, distribusi produk, dan dalam hal pertukaran kelebihan. Dalam proses produksi, transportasi berperan penting dalam menyatukan semua faktor produksi (sumber daya), yang tersebar di berbagai tempat berbeda, ke satu lokasi tunggal (misalnya pabrik pengolahan) di mana semua ini diproses menjadi barang kebutuhan yang siap dikonsumsi. Di sini transportasi berfungsi mempermudah dan mempercepat tersedianya sumber-sumber daya atau faktor produksi itu di tempat tersebut. Dalam proses distribusi, transportasi berfungsi mendistribusikan suatu barang atau jasa yang diproduksi ke tempat/daerah yang membutuhkannya. Di sini transportasi berperan menjamin penyebaran barang dan jasa ke semua tempat. Dalam hal pertukaran keahlian, transportasi berperan mengangkut tenaga-tenaga ahli ke suatu daerah yang tidak memiliki tenaga ahli, misalnya mengangkut tenaga medis ke daerah-daerah yang kekurangan tenaga ahli. Secara keseluruhan, terlihat bahwa transportasi dapat mempengaruhi harga barang dan jasa yang siap dikonsumsi di pasar karena biaya transportasi merupakan salah satu biaya yang harus dikeluarkan oleh produsen barang atau jasa tersebut.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. Peranan transportasi dalam kehidupan sosial

Dalam hubungan dengan aktivitas sosial masyarakat, transportasi berfungsi mempermudah masyarakat dalam melakukan kegiatan yang bersifat nonekonomis; dengan kata lain, lebih menyangkut ke hubungan kemanusiaan. Hubungan kemanusiaan ini dapat bersifat resmi seperti hubungan antar lembaga pemerintah dan swasta, serta dapat pula bersifat tidak resmi, seperti hubungan hubungan kekeluargaan (Warpani, 1990 dikutip oleh Miro, 2011). Hubungan-hubungan kemanusiaan yang dipermudah berkat adanya transportasi ini mencakup pertukaran informasi, rekreasi, pelayanan perorangan atau kelompok, kunjungan ke rumah sakit, kerabat, atau kegiatan keagamaan dan transportasi ke tempat-tempat pertemuan sosial lainnya.

4. Peranan transportasi dalam politik

Dalam negara berbentuk kepulauan, seperti Indonesia, transportasi dapat mendukung usaha persatuan nasional, usaha peningkatan pembangunan yang lebih merata ke seluruh penjuru tanah air, atau usaha pengamanan negara dari serangan luar. Dan yang lebih penting lagi, transportasi dapat memindahkan masyarakat korban bencana alam, serta membuka daerah yang terisolasi.

2.1.3 Manajemen Sistem Kegiatan atau Manajemen Kebutuhan Perjalanan

Manajemen kebutuhan perjalanan merupakan tindakan pengelolaan dan pengaturan arus perjalanan yang terjadi di berbagai titik (simpul) asal-tujuan yang berada dalam lingkup wilayah, mulai dari lingkup kota, regional dan nasional sedemikian rupa sehingga tercipta besaran arus perjalanan yang seimbang dengan fasilitas (prasarana) dan sarana yang ada tanpa melakukan peredaman arus perjalanan (melarang orang untuk melakukan perjalanan) dan penambahan fasilitas (prasarana dan sarana) transportasi baru (Miro, 2011).

Orski (1998 dikutip oleh Miro, 2011) mendefinisikan manajemen kebutuhan perjalanan sebagai merupakan cara untuk mempengaruhi perilaku para pelaku perjalanan dengan tujuan untuk mengurangi besarnya kebutuhan akan perjalanan atau menyebarkan jumlah arus perjalanan dalam ruang (ke berbagai tempat/lokasi) dan waktu (ke berbagai waktu/jam).



Kalau konsep Orski (1998 dikutip oleh Miro, 2011) tentang manajemen kebutuhan perjalanan di atas diterapkan maka kebijakan lama berupa “ramal” dan “sediakan” tidak perlu dipakai lagi dan kebijakan baru yang harus dipakai adalah “ramal” dan “cegah”. Kalau pengelolaan kebutuhan perjalanan ini diterapkan dalam suatu lingkup wilayah/kota maka penerapannya dapat ditempuh dengan beberapa kemungkinan alternatif (tergantung dengan kondisi wilayah/kota bersangkutan):

1. Membagi jumlah perjalanan antar waktu (jam) yang berbeda
Hal ini merupakan upaya mengatur setiap kegiatan masyarakat agar dimulai pada waktu yang berbeda sehingga perjalanan tidak terjadi secara serentak pada waktu yang sama, melainkan tersebar pada waktu yang berbeda sesuai dengan kegiatan spesifik masyarakat.
2. Membagi jumlah perjalanan antar lokasi yang berbeda
Upaya ini dilakukan melalui penataan trayek angkutan umum secara merata karena disadari bahwa layanan trayek angkutan umum adalah salah satu bentuk pelayanan yang berpengaruh terhadap keinginan masyarakat untuk melakukan perjalanan. Anggota masyarakat penghuni suatu kawasan dapat saja membatalkan perjalanannya sehubungan dengan ketiadaan trayek angkutan umum di kawasan domisilinya. Karena itu, pemerintah setempat, melalui pihak terkait, harus mengeluarkan kebijakan tentang penataan trayek angkutan umum secara merata ke setiap penjuru kawasan tanpa kecuali agar seluruh ruas jalan dan wilayah tersentuh oleh layanan trayek.
3. Membagi jumlah perjalanan antar moda transportasi yang berbeda
Apabila tersedia berbagai bentuk moda transportasi umum yang melayani masyarakat dalam suatu wilayah atau kota, masyarakat penduduk atau warga wilayah itu dapat bebas menentukan pilihan moda transportasi yang akan digunakan sesuai maksud dan tujuan perjalanan, kondisi sosial ekonomi, dan pertimbangan-pertimbangan lain. Dalam hal ini pemerintah suatu wilayah melalui pihak terkait dapat mempengaruhi masyarakat pelaku perjalanan dengan cara meningkatkan kinerja layanan setiap moda angkutan umum yang tersedia melalui peningkatan keamanan dan kenyamanan, tarif yang murah,

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ketepatan waktu, kecepatan, dan atribut-atribut pelayanan lain yang sesuai dengan selera masyarakat pengguna jasa. Sebagai contoh, kalau kebutuhan perjalanan dengan bus kota berlebih, maka kebutuhan yang berlebih pada moda bus kota itu dapat dipenuhi melalui penyediaan kereta api atau mikrolet dengan pendekatan tarif murah, kenyamanan, keandalan dan seterusnya.

4. Membagi jumlah perjalanan antar tempat kegiatan

Upaya ini dapat dilakukan melalui penataan ruang wilayah atau kota, seperti pengembangan kawasan dengan membangun pusat-pusat pelayanan bisnis, perdagangan kebutuhan hidup sehari-hari, kawasan pendidikan, objek wisata, layanan kesehatan yang tidak terlalu jauh dari pemukiman penduduk, dan lain-lain. Di samping itu, upaya ini dapat dilakukan melalui penyebaran lokasi kegiatan masyarakat ke seluruh kawasan wilayah sehingga tidak ada lagi pusat kegiatan tertentu karena semua kawasan telah memilikinya dan semuanya sudah berupa wilayah pusat perdagangan. Atau, dapat juga diupayakan membangun kota satelit.

5. Melakukan perjalanan untuk kegiatan yang produktif saja

Pengendalian jumlah kebutuhan perjalanan dapat dilakukan dengan pendekatan pendidikan kepada anggota masyarakat yang mendiami suatu wilayah agar mereka melakukan perjalanan hanya untuk maksud-maksud kegiatan yang produktif saja. Jika kegiatannya produktif perjalanan dilakukan, tetapi jika kegiatannya tidak produktif lebih baik perjalanan tidak dilakukan.

2.2 Manajemen Distribusi

Manajemen distribusi adalah mengembangkan strategi yang searah dengan visi dan misi perusahaan, berdasarkan pada berbagai keputusan yang berkaitan untuk memindahkan barang-barang secara fisik maupun non fisik guna mencapai tujuan perusahaan berada di dalam kondisi lingkungan tertentu (Walters, 1977 dikutip oleh Kodrat, 2009) dan sesuai dengan kebutuhan dan keinginan konsumen. Jadi manajemen distribusi adalah sebuah pendekatan yang berorientasi pada keputusan (*decision oriented approach*) yang berarti bahwa perhatian



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

diarahkan pada pengembangan kebijakan yang efektif mulai dari perencanaan (*planning*), mengorganisasikan (*organization*), mengoperasikan (*actualization*), dan mengendalikan (*controlling*), tidak hanya pada deskripsi tentang bagaimana sebuah saluran beroperasi saja (Kodrat, 2009).

Distribusi bermanfaat untuk menciptakan nilai guna tersebut. Pada prinsipnya, fungsi distribusi dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok (Swastha, 1999 dikutip oleh Kodrat, 2009) yaitu:

1. Fungsi Pertukaran

Fungsi pertukaran memerlukan transaksi antara dua pihak atau lebih. Beberapa fungsi yang ada dalam pertukaran adalah pembelian, penjualan dan pengambilan risiko.

2. Fungsi penyediaan fisik

Fungsi ini terjadi setelah terjadi fungsi pertukaran. Fungsi penyediaan fisik terkait dengan proses perpindahan barang secara fisik dari produsen ke konsumen. Ada empat macam sub fungsi penyediaan fisik mencakup, pengumpulan, penyimpanan, pemilihan, dan pengangkutan/transportasi.

3. Fungsi penunjang

Fungsi penunjang ini bersifat membantu menunjang terlaksananya fungsi-fungsi yang lain. Yang termasuk fungsi penunjang adalah pelayanan sesudah pembelian, pendanaan, penyebaran informasi, koordinasi saluran dan pembayaran.

2.3 Optimasi

Harus diakui bahwa banyak ragam tipe solusi yang terdapat di dalam pemrograman dengan *multi objective*. Ini tergantung pada tipe metode yang akan digunakan. Di dalam formulasi *goal programming*, penyelesaian terhadap model disediakan untuk memenuhi tujuan pengambilan keputusan. Sedangkan dalam *compromise programming*, ditemukan seperangkat kompromi yang meminimalkan jarak dari suatu solusi ideal terhadap sejumlah jarak yang berbeda. *Interactive methods* berusaha memberikan kepada pengambil keputusan



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Rangkaian kota yang dikunjungi akan membentuk suatu rute dengan ketentuan setiap kota hanya dapat dikunjungi tepat satu kali dan kembali ke kota awal perjalanan dimulai. Permasalahan ini akan menjadi semakin rumit seiring bertambahnya jumlah kota yang harus dikunjungi. Kemungkinan rute yang semakin bertambah akan menyulitkan di dalam pemilihan rute dengan jarak terpendek (Apul, dkk. 2010 dikutip oleh Nurhayanti, 2013).

Travelling Salesman Problem mempunyai beberapa asumsi-asumsi (Taha 1987 dikutip oleh Nurhayanti, 2013):

1. Terdapat sejumlah n lokasi/ tempat
2. Tersedia jalur dari satu lokasi ke lokasi lainnya
3. Tersedia ongkos dari lokasi ke- i ke lokasi ke- j pada jalur pada umumnya, tetapi bisa berbeda
4. Seseorang harus berangkat dari suatu lokasi dan mengunjungi lokasi lainnya (masing masing sekali) dan akhirnya kembali ke lokasi semula
5. Tujuan TSP adalah menjadwalkan rute perjalanan yang meminimalkan ongkos total.

2.5 *Vehicle Routing Problem (VRP)*

Vehicle Routing Problem (VRP), atau dapat juga disebut dengan *Vehicle Scheduling Problem*, berhubungan dengan distribusi produk atau barang jadi antara depot dengan konsumen. VRP pertama kali diperkenalkan oleh Dantzig dan Ramser pada tahun 1959. VRP ini memegang peranan penting pada manajemen distribusi dan telah menjadi salah satu permasalahan dalam optimasi kombinasi yang dipelajari secara luas. Model dan algoritmanya dapat digunakan secara efektif tidak hanya untuk pengiriman dan pengambilan barang, tetapi juga dapat diaplikasikan untuk masalah sistem transportasi sehari-hari, misalnya untuk perencanaan rute bis sekolah, pengumpulan sampah, pembersihan jalan, rute untuk penjual keliling, dan lainnya (Martua, 2011).

Secara sederhana, VRP merupakan permasalahan yang meliputi konstruksi rute-rute dari sejumlah kendaraan yang dimulai dari suatu depot utama menuju ke lokasi sejumlah konsumen dengan jumlah permintaan tertentu. Tujuannya adalah



untuk meminimumkan biaya total tanpa melebihi kapasitas kendaraan. VRP merupakan manajemen distribusi barang yang memperhatikan pelayanan, periode waktu tertentu, sekelompok konsumen dengan sejumlah kendaraan yang berlokasi pada satu atau lebih depot yang dijalankan oleh sekelompok pengendara dengan menggunakan *road network* yang sesuai. VRP dapat didefinisikan sebagai suatu pencarian solusi yang meliputi penentuan sejumlah rute, dimana masing-masing rute dilalui oleh satu kendaraan yang berawal dan berakhir di depot asalnya, sehingga kebutuhan/permintaan semua pelanggan terpenuhi dengan tetap memenuhi kendala operasional yang ada, juga dengan meminimalisasi biaya transportasi global (Toth & Vigo, 2002 dikutip oleh Martua, 2011).

Menurut Toth dan Vigo, karakteristik utama VRP berdasarkan komponenkomponennya adalah sebagai berikut (Martua, 2011):

1. Jaringan jalan, biasanya direpresentasikan dalam sebuah *graph* (diagram) yang terdiri dari *arc* (lengkung atau bagian-bagian jalan) dan *vertex* (titik lokasi konsumen dan depot). Tiap lengkung diasosiasikan dengan biaya (jarak) dan waktu perjalanan (tergantung jenis kendaraan, kondisi/karakteristik jalan, dan periode pelintasan).
2. Konsumen, ditandai dengan *vertex* (titik) dan biasanya memiliki hal-hal seperti berikut:
 - a. Jumlah permintaan barang (untuk dikirim ataupun diambil), jenis barang dapat berbeda-beda.
 - b. Periode pelayanan tertentu (*time windows*), dimana di luar rentang waktu tersebut konsumen tidak dapat menerima pengiriman maupun pengambilan.
 - c. Waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan atau memuat barang (*loading/unloading time*) pada lokasi konsumen, biasanya tergantung dari jenis kendaraan.
 - d. Pengelompokan (*subset*) kendaraan yang tersedia untuk melayani konsumen (sehubungan dengan keterbatasan akses atau persyaratan pemuatan dan penurunan barang).

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- e. Prioritas atau pinalti sehubungan dengan kemampuan kendaraan untuk melayani permintaan.
3. Depot, juga ditandai dengan suatu titik, merupakan ujung awal dan akhir dari suatu rute kendaraan. Tiap depot memiliki sejumlah kendaraan dengan jenis dan kapasitas tertentu yang dapat digunakan untuk mendistribusikan produk.
4. Kendaraan / armada angkut, memiliki:
 - a. Depot asal, dan kemungkinan untuk mengakhiri rutenya di depot lain.
 - b. Kapasitas (berat, volume atau jumlah palet yang dapat diangkut)
 - c. Kemungkinan untuk dipisah menjadi beberapa kompartemen untuk mengangkut barang dengan jenis yang berbeda-beda.
 - d. Alat yang tersedia untuk operasi (pemuatan atau penurunan barang).
 - e. Pengelompokan (*subset*) lintasan/lengkung dari diagram jaringan jalan.
 - f. Biaya yang berhubungan dengan penggunaan kendaraan tersebut (unit per jarak, unit per waktu, unit per rute, dan lainnya).
5. Pengemudi, memiliki kendala seperti jam kerja harian, jumlah dan jam istirahat, durasi maksimum perjalanan, serta lembur yang biasanya juga dikenakan pada kendaraan yang digunakan.

Dalam membuat konstruksi rute, terdapat beberapa kendala yang harus dipenuhi, seperti jenis barang yang diangkut, kualitas dari pelayanan, juga karakteristik konsumen dan kendaraan. Beberapa kendala operasional yang sering ditemui misalnya sebagai berikut (Martua, 2011):

1. Pada tiap rute, besar muatan yang diangkut oleh kendaraan tidak boleh melebihi kapasitas kendaran tersebut.
2. Konsumen yang dilayani dalam sebuah rute dapat hanya merupakan pengiriman atau pengambilan, atau mungkin keduanya.
3. Konsumen mungkin hanya dapat dilayani dalam rentang waktu tertentu (*time windows*) dan jam kerja dari pengemudi kendaraan yang melayaninya.
4. Kendala prioritas juga mungkin akan timbul ketika suatu konsumen harus dilayani sebelum konsumen lain. Kendala seperti ini biasanya terdapat pada kasus *pickup and dilevery* (pengambilan dan pengiriman dalam satu rute) atau *VRP with backhauls* dimana pengambilan baru dapat dilakukan setelah



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

semua pengiriman selesai dikarenakan kesulitan dalam mengatur peletakan muatan.

Menurut Toth dan Vigo, terdapat empat tujuan umum dalam VRP, yaitu (Martua, 2011):

1. Meminimumkan biaya transportasi global, terkait dengan jarak dan biaya tetap yang berhubungan dengan kendaraan.
2. Meminimumkan jumlah kendaraan yang dibutuhkan untuk melayani semua konsumen. Menyeimbangkan rute-rute dalam hal waktu perjalanan dan muatan kendaraan.
3. Meminimumkan penalti akibat pelayanan yang kurang memuaskan terhadap konsumen, seperti ketidaksanggupan melayani konsumen secara penuh ataupun keterlambatan pengiriman.

Menurut Toth dan Vigo, ditemukan beberapa kelas atau variasi permasalahan utama dalam VRP, yaitu (ibid):

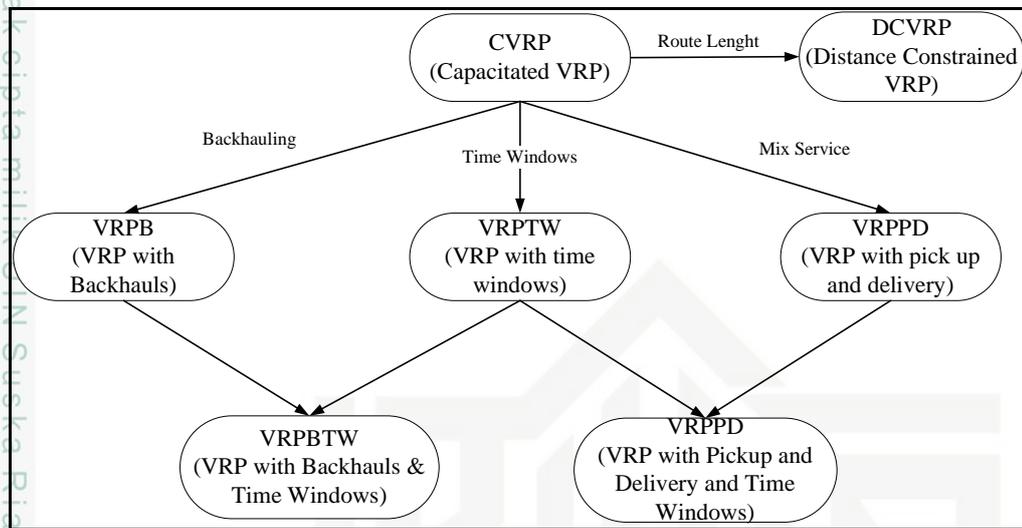
1. *Capacitated VRP (CVRP)*, merupakan kelas VRP yang paling sederhana dan yang paling banyak dipelajari dimana kendala yang ada hanya berupa kapasitas kendaraan yang terbatas.
2. *Distance Constrained VRP (DCVRP)*, merupakan VRP dengan kendala batasan panjang rute.
3. *VRP with time windows (VRPTW)*, yaitu kasus VRP dimana setiap konsumen memiliki batasan rentang waktu pelayanan.
4. *VRP with Pick up and Delivery (VRPPD)*, merupakan VRP dengan pelayanan campuran, yaitu pengiriman dan pengambilan barang dalam satu rute.
5. *VRP with Backhauls (VRPB)*, dimana pengambilan baru dapat dilakukan setelah semua pengiriman selesai.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Gambar 2.1 menunjukkan hubungan antara kelas-kelas VRP tersebut

(Martua, 2011):



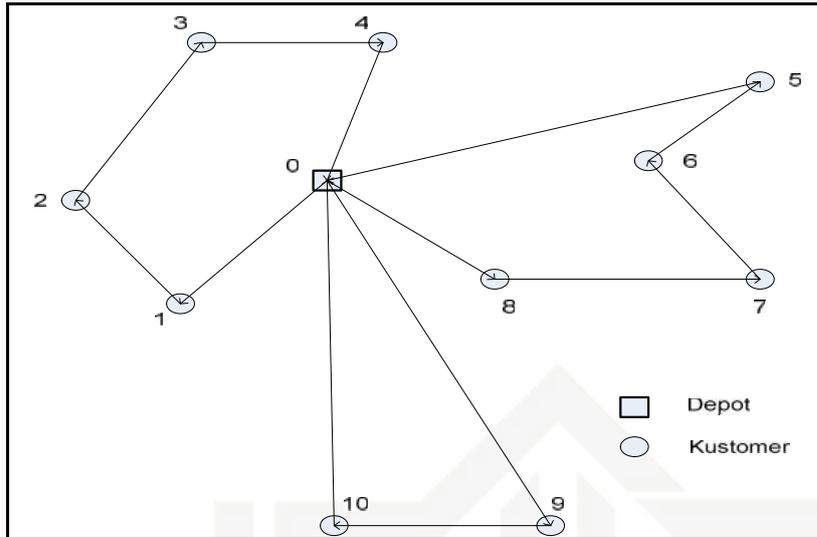
Gambar 2.1 Hubungan Kelas-Kelas VRP
(Sumber: Martua, 2011)

2.6 Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)

Sejauh ini pendekatan yang dipakai untuk problem VRP adalah pendekatan analitik (*exact optimization* berupa *integer programming*) dan metaheuristik untuk mencari solusi berupa rute yang optimal atau mendekati optimal. *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) adalah VRP dengan kapasitas setiap kendaraan diketahui sama. Gambaran CVRP bisa dideskripsikan secara grafis seperti dalam Gambar 2.2. Dalam contoh ini kendaraan akan kembali ke depot setelah memenuhi permintaan di titik 4 karena item yang tersisa didalam kendaraan sudah habis atau tidak cukup untuk memenuhi *demand* di titik 5 (Santosa, dkk, 2011).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.2 Kasus CVRP dengan 10 Titik Demand
(Sumber: Santosa, dkk, 2011)

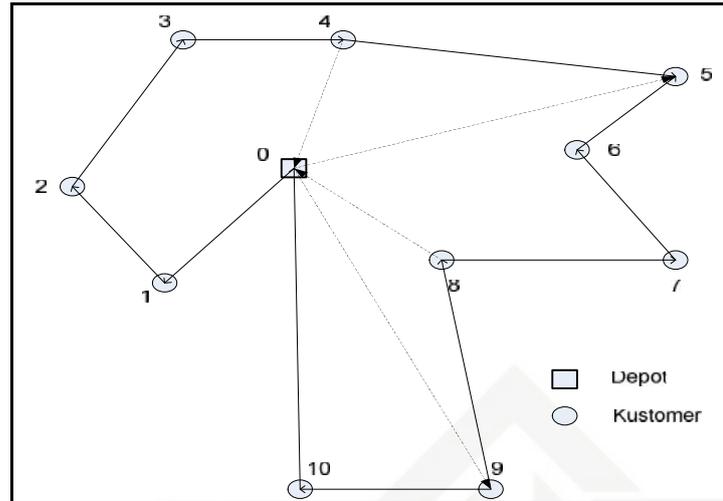
Gambar 2.2 yang menunjukkan salah satu contoh bagaimana rute CVRP dibangun. Dalam contoh ini, sesampai dititik 4 kendaraan kembali ke depot untuk pengisian muatan, lalu kembali ke titik 5. Hal yang sama dilakukan ketika dititik 8 terjadi kekurangan kapasitas, maka kendaraan kembali ke depot untuk pengisian muatan lalu kembali ke titik 9. Untuk kasus ini maka fungsi tujuannya bisa dituliskan sebagai berikut (Santosa, dkk, 2011):

$$s(x) = \left\{ \sum_{i=0}^{n-1} c_{xi, xi+1} + c_{xn, x0} \right\} + c_{40} + c_{05} - c_{45} + c_{80} + c_{09} - c_{89} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana term dalam kurung kurawal adalah sama dengan ongkos untuk TSP. Ada tambahan biaya dari simpul 4-0-5 dan 8-0-9 dan ada pengurangan biaya dari 4-5 dan 8-9 (ibid).

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.3 Rute dalam CVRP
(Sumber: Santosa, dkk, 2011)

Pada dasarnya, dalam CVRP, kendaraan akan memulai perjalanan dari depot untuk melakukan pengiriman ke masing-masing pelanggan dan akan kembali ke depot. Diasumsikan jarak atau biaya perjalanan antara semua lokasi telah diketahui. Jarak antara dua lokasi adalah simetris, yang berarti jarak dari lokasi A ke lokasi B sama dengan jarak dari lokasi B ke lokasi A (Rahmawati, 2014).

Tonci Caric and Hrvoje Gold, (2008 dikutip oleh Rahmawati, 2014) mendefinisikan CVRP sebagai suatu graf berarah $G = (V, A)$ dengan $V = \{v_0, v_1, v_2, \dots, v_n, v_{n+1}\}$ adalah himpunan node (*verteks*), v_0 menyatakan depot dan v_{n+1} merupakan depot semu dari v_0 memulai dan mengakhiri rute perjalanan. Sedangkan $A = \{(v_i, v_j) : v_i, v_j \in V, i \neq j\}$ adalah himpunan sisi berarah yang merupakan himpunan sisi yang menghubungkan antar node. Setiap node $v_i \in V$ memiliki permintaan (*demand*) sebesar q_i . himpunan $K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$ merupakan himpunan kendaraan yang homogen dengan kapasitas yang identik yaitu Q , sehingga panjang setiap rute dibatasi oleh kapasitas kendaraan. Setiap node (v_i, v_j) memiliki jarak tempuh C_{ij} yaitu jarak dari node i ke node j . Jarak perjalanan ini diasumsikan simetrik yaitu $C_{ij} = C_{ji}$ dan $C_{ii} = 0$. Permasalahan dari CVRP adalah menentukan himpunan dari K rute kendaraan yang memenuhi kondisi berikut (*ibid*):

1. Setiap rute berawal dan berakhir di depot

2. Setiap konsumen harus dilayani tepat satu kali oleh satu kendaraan
3. Total permintaan konsumen dari setiap rute tidak melebihi kapasitas kendaraan
4. Total jarak dari semua rute diminimumkan.

Permasalahan tersebut kemudian diformulasikan ke dalam model matematika dengan tujuan meminimumkan total jarak tempuh perjalanan kendaraan (Rahmawati, 2014).

Fungsi tujuannya meminimumkan total jarak tempuh perjalanan kendaraan.

Jika z adalah fungsi tujuan, maka (ibid):

$$\text{Minimumkan } z = \sum_{k \in K} \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} c_{ij} X_{ij}^k \dots \dots \dots (2.2)$$

Didefinisikan variabel keputusannya adalah (Rahmawati, 2014):

$$X_{ij}^k = \begin{cases} 1 & \text{jika kendaraan } k \text{ melakukan perjalanan dari node } v_i \text{ ke node } v_j \\ 0 & \text{jika selainnya} \end{cases}$$

$$u_i^k = \begin{cases} 1 & \text{jika node } v_i \text{ dilayani oleh kendaraan } k \\ 0 & \text{jika tidak} \end{cases}$$

2.7 Metode *Nearest Neighbour*

Algoritma *Nearest Neighbour* adalah metode heuristik yang digunakan dalam pemecahan VRP, pemecahan masalah dilakukan dengan memulai titik awal kemudian mencari titik terdekat. Metode ini merupakan teknik pemecahan VRP yang sangat efektif, berjalan cepat, dan biasanya menghasilkan kualitas yang cukup layak (Johnson, dkk, 1997 dikutip oleh Hutasoit 2014). *Nearest Neighbour* merupakan algoritma yang mudah untuk diimplementasikan dan mudah untuk dieksekusi, tetapi tidak menjamin solusi yang dihasilkan optimal (Hutasoit, 2014).

Prosedur metode *Nearest Neighbour* adalah sebagai berikut (ibid):

1. Dimulai dengan titik awal (depot), lanjutkan ke langkah 2.
2. Mencari titik terdekat dari titik awal, kemudian hubungkan titik tersebut, lanjut ke langkah 3.
3. Ulangi prosedur 2 sampai semua titik terkunjungi, dan lanjut ke langkah 4.
4. Menghubungkan titik pertama dengan terakhir untuk melengkapi tur, prosedur selesai.


Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2.8 Pengukuran Waktu Kerja dengan Jam Henti (*Stop Watch Time Study*)

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti (*stop watch time study*) diperkenalkan pertama kali oleh Frederick W. Taylor sekitar abad 19 yang lalu. Metode ini terutama sekali baik diaplikasikan untuk beberapapekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang (*repetitive*). Dari hasil pengukuran maka akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan, yang mana waktu ini akan dipergunakan sebagai standard penyelesaian pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama seperti itu (Wignjosoebroto, 2008).

Untuk mendapatkan hasil yang baik, yaitu yang dapat dipertanggung jawabkan maka tidaklah cukup sekedar melakukan beberapa kali pengukuran dengan menggunakan jam henti. Banyak faktor yang harus diperhatikan agar akhirnya dapat diperoleh waktu yang pantas untuk pekerjaan yang bersangkutan seperti yang berhubungan dengan kondisi kerja, cara pengukuran, jumlah pengukuran dan lain-lain. Di bawah ini adalah sebagian langkah yang perlu diikuti agar maksud di atas dapat dicapai (Sutalaksana, 1979).

1. Penetapan tujuan pengukuran

Sebagai mana halnya dengan berbagai kegiatan lain, yaitu yang dapat dipertanggungjawabkan maka tidaklah cukup sekedar melakukan kegiatan harus ditetapkan terlebih dahulu. Dalam pengukuran waktu, hal-hal penting yang harus diketahui dan ditetapkan adalah untuk apa hasil pengukuran digunakan, berapa tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan yang diinginkan dari hasil pengukuran tersebut.

2. Melakukan penelitian pendahuluan

Suatu hal yang harus dilakukan dalam rangka ini, yaitu membakukan secara tertulis sistem kerja yang dianggap baik. Di sini semua kondisi dan cara kerja dicatat dan dicantumkan dengan jelas serta bila perlu dengan gambar-gambar misalnya untuk tata letak peralatan dan wadah.

3. Memilih operator

Operator yang akan melakukan pekerjaan yang diukur bukanlah orang yang begitu saja diambil dari pabrik. Orang ini harus memenuhi beberapa

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

persyaratan tertentu agar pengukuran dapat berjalan baik, dan dapat diandalkan hasilnya. Syarat-syarat tersebut adalah berkemampuan normal dan dapat diajak nekerja sama.

4. Melatih operator

Walaupun operator yang baik telah didapat, kadang-kadang masih diperlukan adalah bagi operator tersebut terutama jika kondisi dan cara kerja yang dipakai tidak sama dengan yang biasa dijalankan operator.

5. Mengurai pekerjaan atas elemen pekerjaan

Disini pekerjaan dipecah menjadi elemen pekerjaan, yang merupakan gerakan bagian dari pekerjaan yang bersangkutan. Elemen-elemen inilah yang diukur waktunya. Waktu siklusnya jumlah dari waktu setiap elemen ini. Waktu siklus adalah waktu penyelesaian satu satuan produksi sejak bahan baku mulai diproses ditempat kerja yang bersangkutan.

6. Menyiapkan alat-alat pengukuran

Setelah kelima langkah di atas dijalankan dengan baik, tibalah sekarang pada langkah terakhir sebelum melakukan pengukuran yaitu menyiapkan alat-alat yang diperlukan. Alat-alat tersebut adalah jam henti, lembaran-lembaran pengamatan, pena atau pensil dan papan pengamatan.

Adapun langkah-langkah pengukuran kerja dengan metode jam henti

(Wignjosoebroto, 2008) :

1. Langkah Persiapan

Pada langkah ini terdapat beberapa bagian lagi, antara lain :

- Pilih dan definisikan pekerjaan yang diukur dan ditetapkan waktu standar.
- Informasikan maksud dan tujuan kerja pada *supervisor* atau pekerja.
- Pilih operator dan catat semua data yang berkaitan dengan sistem operasi pekerjaan yang akan di ukur waktunya.

2. Elemental *Breakdown*

Yaitu menguraikan siklus pekerjaan ke dalam elemen – elemen pekerjaan.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. Pengamatan dan Pengukuran

Laksanakan pengamatan dan pengukuran waktu sejumlah N pengamatan untuk setiap siklus atau elemen kerja.

4. Melakukan pengukuran Waktu

a. Uji Keseragaman Data

Hitung rata-rata dengan :

$$X = \sum X_i / N \dots\dots\dots(2.3)$$

Ket :

- X = Rata-rata
- X_i = Data pengukuran
- N = jumlah data pengukuran

Hitung standar deviasi sebenarnya dari waktu penyelesaian dengan:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X)^2}{N-1}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Ket :

- = Standar deviasi
- X_i = Data pengukuran
- N = jumlah data pengukuran

Terakhir, tentukan batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) dengan rumus berikut:

$$\begin{aligned} BKA &= X + \\ BKB &= X - \end{aligned} \dots\dots\dots(2.5)$$

Ket :

- BKA = Batas kelas atas
- BKB = Batas kelas bawah
- = 1, tingkat kepercayaan 68%
- = 2, tingkat kepercayaan 95%

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- = 3, tingkat kepercayaan 99%
- = Standar deviasi

b. Uji Kecukupan Data

$$N' = \left[\frac{\beta/\alpha \sqrt{N \sum ((X^2)) - (\sum (X))^2}}{\sum X} \right]^2 \dots\dots\dots(2.6)$$

Ket:

- = Harga indeks yang nilainya tergantung dari tingkat kepercayaan (*convidence level*)
- = 1, tingkat kepercayaan 68%
- = 2, tingkat kepercayaan 95%
- = 3, tingkat kepercayaan 99%
- = derajat ketelitian (*degree of accuracy*)

X = data hasil pengamatan

Kesimpulan:

Jika N' > N, maka data sudah cukup.

Jika N' < N, maka data belum cukup.