UNIVERSITAS
GADJAH MADA

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

SKRIPSI

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL
KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA

No. Soal: TKI 4011/ I-2011/2012 / NAM / 02 / 16.11 / 2011

Disusun oleh:
NADIA ANINDITA
07/251034/TK/32530

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK MESIN DAN INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA
2012

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

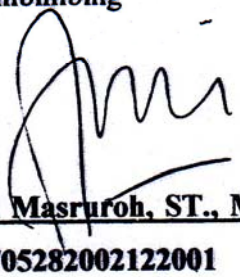
PENGESAHAN

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Guna memperoleh gelar SARJANA
Di Program Studi Teknik Industri
Jurusan Teknik Mesin dan Industri Fakutas Teknik
Universitas Gadjah Mada
Yogyakarta

Disusun Oleh:

Nama : Nadia Anindita
NIM : 07/251034/TK/32530

Disetujui untuk diuji, 29 Februari 2012
Dosen Pembimbing



Nur Aini Masruroh, ST., M.Sc., Ph.D
NIP 197705282002122001

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

PERNYATAAN

Dengan ini penulis menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 29 Februari 2012



Nadia Anindita

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, ST., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

UNIVERSITAS GADJAH MADA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK MESIN DAN INDUSTRI

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN DAN PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

NASKAH SOAL TUGAS AKHIR

Topik	: Penelitian Operasional
Nama Mahasiswa	: Nadia Anindita
Nomor Mahasiswa	: 07 / 251034 / TK / 32530
Nomor Persoalan	: TKI 4011/ I-2011/2012 / NAM / 02 / 16.11 / 2011
Program Studi	: Teknik Industri

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA

Yogyakarta, 16 November 2011

Dosen Pembimbing,

Nur Aini Masruroh, ST., M.Sc., Ph.D

NIP 197705282002122001

Jl. Grafika No.2 Kampus UGM, Yogyakarta 55281
Telp. (0274) 521673 Fax. (0274) 521673 E-mail:tk-mesin@ugm.ac.id

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

HALAMAN PERSEMBAHAN

Untuk Ayah dan Mama

Untuk keluarga yang sangat saya sayangi

Dan untuk Andhika Tirta dan Aldila Rahma Putri, hidup saya selama 4 tahun di Jogja

Untuk Almarhum Irfan Riadhi, teman yang selalu menyemangati saya hingga akhir hayatnya

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Transportasi internal kampus merupakan salah satu fasilitas yang mulai dianggap penting oleh banyak universitas di dunia, salah satunya Universitas Gadjah Mada (UGM). Di samping merupakan *branding* dari sebuah universitas, secara umum tujuan dibuatnya sistem transportasi internal kampus adalah untuk mengurangi kepadatan dan polusi akibat penggunaan kendaraan bermotor pribadi di dalam lingkungan kampus. Mulai tahun ajaran 2011/2012, Universitas Gadjah Mada telah memberlakukan kebijakan bagi mahasiswa angkatan 2011/2012 dan seterusnya untuk tidak membawa kendaraan bermotor. Hal ini tentunya akan terus berkelanjutan dan dalam beberapa tahun ke depan akan dibutuhkan suatu sistem transportasi internal kampus yang bersifat masal baik berupa bus kampus maupun kendaraan masal lainnya, yang dapat mengakomodasi kebutuhan mahasiswa untuk berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya di dalam lingkungan kampus.

Untuk membuat suatu sistem transportasi internal di dalam kampus dibutuhkan suatu perencanaan yang matang, mulai dari kebijakan, pendanaan, organisasi, sampai dengan operasional yang meliputi jalur-jalur yang akan dilewati, tempat pemberhentian, penjadwalan, dan jumlah bus yang dibutuhkan. Penelitian ini dilakukan untuk membuat perencanaan operasional transportasi internal kampus Universitas Gadjah Mada. Dalam menentukan jalur-jalur dan tempat pemberhentian dilakukan pemetaan *demand* penumpang yang tersebar di wilayah kampus UGM kemudian dilihat pola pergerakan internal yang terjadi di dalam kampus untuk mengetahui jalur-jalur mana saja yang membutuhkan layanan transportasi ini dan seberapa sering frekuensi layanan tersebut. Hal itu akan mempengaruhi penjadwalan yang akan diterapkan.

Penelitian ini menghasilkan 4 (empat) rute alternatif. Dua rute *single loop* dan dua rute *double loop*. Kedua rute *single loop* membutuhkan 2 (dua) unit kendaraan. Kedua rute ini dibedakan berdasarkan jarak tempuhnya, semakin pendek dan sedikit tempat pemberhentian, waktu yang dibutuhkan untuk menempuh perjalanan akan semakin pendek dan meningkatkan kualitas layanan, meski di sisi lain cakupan wilayah menjadi semakin sedikit dan ada *demand* yang tidak terlayani. Untuk rute *double loop*, masing-masing membutuhkan 4 (empat) unit kendaraan. Dalam penjadwalannya, rute ini harus mempertimbangkan *interchange* (perpindahan antara kedua jalur) yang membutuhkan koordinasi waktu keberangkatan yang baik di kedua jalur, agar penumpang tidak perlu menunggu terlalu lama ketika harus melanjutkan perjalanan dengan jalur lainnya.

Kata kunci: transportasi, penjadwalan, pemilihan rute

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

KATA PENGANTAR

Tugas akhir dengan judul "Perencanaan dan Pemodelan Transportasi Internal Kampus Universitas Gadjah Mada" disusun untuk memenuhi salah satu syarat mendapatkan gelar sarjana Program Studi Teknik Industri, Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada.

Tugas akhir ini membahas tentang perencanaan dalam pelaksanaan transportasi internal kampus di Universitas Gadjah Mada. Beberapa hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah persebaran *demand* penumpang, rute, tempat-tempat pemberhentian dan rencana penjadwalan sistem transportasi tersebut.

Laporan ini dimulai dari bab pendahuluan yang berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, asumsi dan batasan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian. Bagian kedua dari laporan ini adalah tinjauan pustaka yang berisi uraian tentang penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Bagian ketiga menguraikan tentang dasar teori yang dipakai dalam penelitian. Bagian keempat menjelaskan metode penelitian yang digunakan. Hasil dan pembahasan dijelaskan pada bagian kelima. Laporan ini diakhiri dengan kesimpulan hasil penelitian dan saran bagi peneliti yang ingin mengadakan penelitian sejenis.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan sebagai bahan masukan perbaikan. Penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan masyarakat pada umumnya.

Yogyakarta, 29 Februari 2012

Penulis

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, kekuatan, dan kemudahan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan dan dukungan kepada penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, antara lain:

1. Ayah, mama, Andre dan Audi yang tak henti-hentinya memberikan semangat agar penulis dapat segera menyelesaikan tugas akhirnya.
2. Ibu Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing tugas akhir, atas semua bimbingan, arahan, diskusi, nasehat, dan ilmu yang sangat berguna bagi penulis. Terima kasih atas perhatian, waktu, kesempatan, dan sesi curhat yang diberikan.
3. Bapak Udin, Bapak Supri (DPPA UGM), Mas Deni, Mas Alvin (PUSTRAL) atas arahan, bantuan dan data yang diberikan.
4. Bapak Ir. Subagyo, Ph.D., selaku sekretaris Jurusan Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik UGM sekaligus dosen yang paling menginspirasi penulis dengan pemikirannya ketika berdiskusi semenjak penulis menjabat menjadi pengurus HMTI maupun ketika menjadi asisten.
5. Bapak Dr. Jayan Sentanuhadi atas suka duka bersama tim di M14, semangat, dukungan serta nasihat semenjak semester awal.
6. Bapak Tri Agung Rohmat, M.Eng., B.Eng., Dr.Eng., selaku dosen pembimbing akademik atas tanda tangan dan bimbingannya di setiap semester.
7. Bapak Budi Hartono, ST., MPM., Ph.D., selaku PPJ akademik sekaligus dosen yang selalu membuat penulis bersemangat, terima kasih atas segala dukungan dan semangat yang tiada henti ketika penulis berkeluh kesah tentang akademik.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

8. Bapak M. Kusumawan Herliansyah, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri UGM dan dosen yang selalu dengan ramah dan sabar memberikan solusi atas masalah akademis mahasiswa TI.
9. Bapak Ir. Muhammad Waziz Wildan, M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik UGM yang juga seringkali memberi masukan ketika penulis bertanya mengenai masalah akademik semenjak semester 1 hingga sekarang.
10. Segenap dosen, staff pengajar, dan karyawan TU JTMI UGM atas bantuannya selama 5 tahun ini.
11. Andhika Tirta dan Aldila Rahma Putri, hidup selama 5 tahun terakhir ini, atas segala kebersamaan, dukungan, semangat, tawa dan air mata.
12. Rahadimas Panji Negoro dan Ganesa Prandatama, untuk kebersamaan yang tidak pernah putus selama 17 tahun sampai detik ini, segala keceriaan dan semangat tiada henti dari kalian adalah yang terbaik sepanjang hidup.
13. Muhammad Nabil, Radityo Kunto Aji, Indra Yudha, Harry Prasetyo, terima kasih karena selalu membuat penulis ceria setiap hari dan percaya diri dalam segala hal karena dukungan, semangat, cerita dan ucapan-ucapan lainnya.
14. Farah Nadia, M. Bastiansyah Arifin, Ruziqna Fitrah Larasati, Fatimah Dinnurina, Feisal Adli Samvara, teman-teman dan keceriaan terbaik.
15. Alm. Irfan Riadhi, atas segala pesan semangat yang selalu diberikan hingga detik ini.
16. Rekan-rekan 2007. Terima kasih karena telah menjadi satu *chapter* tersendiri dalam hidup.
17. Seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu di sini.

Yogyakarta, 29 Februari 2012

Penulis

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PERNYATAAN iii
NASKAH TUGAS AKHIR iv
HALAMAN PERSEMBAHAN v
INTISARI vi
KATA PENGANTAR vii
UCAPAN TERIMA KASIH viii
DAFTAR ISI x
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR TABEL xiv
DAFTAR LAMPIRAN xv

BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **4**
BAB III DASAR TEORI
3.1. Perencanaan dan Pemodelan Transportasi 14
3.2. Sistem 22
3.3. Jaringan *(Network)* 23

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.4. Penjadwalan 25
3.5. Penentuan Jalur 29
3.6. Rute 32
3.7. Tempat Pemberhentian (Halte/*Shelter*) 35
3.8. Kapasitas Kendaraan 36
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN
4.1. Obyek Penelitian 38
4.2. Data dan Sumber Data 38
4.3. Metode Pengambilan Data 38
4.4. Alat Penelitian 39
4.5. Tahapan Penelitian 39
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN
5.1 Persebaran *Demand* 43
5.2 Pergerakan Internal Universitas Gadjah Mada 50
5.3 Penentuan Titik Pemberhentian 57
5.4 Penetuan Rute 59
5.5 Penetuan Jenis Kendaraan 75
BAB VI PENUTUP
6.1 Kesimpulan 76
6.2 Saran 76

DAFTAR PUSTAKA 77
LAMPIRAN 79

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Latar Belakang Penelitian	2
Gambar 2.1	Perbandingan Waktu-waktu Sibuk di North Dakota State University, Concordia College, dan Minnesota State University Moorhead	8
Gambar 2.2	Perbandingan Waktu Tunggu yang Diharapkan Penumpang di North Dakota State University, Concordia College, dan Minnesota State University Moorhead	9
Gambar 2.3	Rute *Internal Shuttle Bus* National University of Singapore (NUS)	11
Gambar 2.4	Rute *Internal Shuttle Bus* Nanyang Technological University	12
Gambar 3.1	Matriks Asal Tujuan (MAT)	19
Gambar 3.2	Garis Keinginan	21
Gambar 3.3	*Network Effect*	23
Gambar 3.4	*Travel Possibilities* Berdasarkan Kepadatan Daerah Operasionalnya	24
Gambar 3.5	Hubungan antara Frekuensi Kedatangan *(Departure per Hour)* dengan Waktu Tunggu *(Waiting Time)*	26
Gambar 3.6	*Standard Urban Service Level*	27
Gambar 3.7	*Direct and Indirect Line*	29
Gambar 3.8	Konsolidasi Jaringan	31
Gambar 3.9	*Local, Limited-stop (Skipped-stop), Express Services*	32
Gambar 3.10	Rute TransJakarta koridor Sudirman – Thamrin	33
Gambar 3.11	Tipe Rute	35
Gambar 4.1	Diagram Alir Penelitian	42
Gambar 5.1	Proporsi jumlah mahasiswa UGM berdasarkan jenjang studi	44

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.2	*Demand* Primer, Mahasiswa S1 dan D3	46
Gambar 5.3	*Demand* Sekunder, Mahasiswa S2, S3, Profesi dan Spesialis	48
Gambar 5.4	Jumlah Penerimaan Mahasiswa 2006 – 2010	49
Gambar 5.5	Persentase Kenaikan Jumlah Penerimaan Mahasiswa 2006 – 2010	49
Gambar 5.6	Pembagian Zona Universitas Gadjah Mada	51
Gambar 5.7	Garis Keinginan Wilayah Kampus UGM	53
Gambar 5.8	Volume Perjalanan di Setiap Ruas Jalan	54
Gambar 5.9	Volume Perjalanan di Setiap Ruas Jalan	55
Gambar 5.10	Komposisi Moda Transportasi Internal	56
Gambar 5.11	Kecepatan Rata-rata di Wilayah UGM dan Sekitarnya	56
Gambar 5.12	*Shelter*TransJogja yang Berada di Lingkungan Kampus UGM	57
Gambar 5.13	Titik-titik Pemberhentian Berdasarkan Konsentrasi *Demand*	59
Gambar 5.14	*Single Loop Long Route*	60
Gambar 5.15	*Demand Flow* untuk *Single Loop Long Route*	61
Gambar 5.16	*Single Loop Short Route*	63
Gambar 5.17	*Demand Flow* untuk *Single Loop Short Route*	63
Gambar 5.18	*Double Loop*	65
Gambar 5.19	*Demand Flow* untuk *Double Loop*	66
Gambar 5.20	*Double Loop – Hybrid*	69
Gambar 5.21	*Demand Flow* untuk *Double Loop – Hybrid*	69

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Layanan Bis Kuning UI	13
Tabel 3.1	Jarak antara Tempat Pemberhentian yang Disarankan	36
Tabel 3.2	Kapasitas Kendaraan	37
Tabel 5.1	Proporsi jumlah mahasiswa UGM berdasarkan jenjang studi	43
Tabel 5.2	*Demand* primer, mahasiswa S1 dan D3	45
Tabel 5.3	*Demand* sekunder, mahasiswa S2, S3, profesi dan spesialis	47
Tabel 5.4	Pembagian Zona Universitas Gadjah Mada	50
Tabel 5.5	Matriks Asal Tujuan	52
Tabel 5.6	Jarak antar Halte dan Waktu Tempuh *Single Loop Long Route*	62
Tabel 5.7	Jarak antar Halte dan Waktu Tempuh *Single Loop Short Route*	64
Tabel 5.8	Jarak antar Halte dan Waktu Tempuh *Double Loop*	66
Tabel 5.9	Jarak antar Halte dan Waktu Tempuh *Double Loop – Hybrid*	70
Tabel 5.10	Jarak antar Halte dan Waktu Tempuh *Double Loop – Hybrid* yang Dibutuhkan untuk Menyelesaikan Tiga Putaran (*Half-frequency* dan *Full-frequency*)	72
Tabel 5.11	Perbandingan Rute Alternatif	74

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Penjadwalan *Single Loop Long Route*	79
Lampiran 2.	Penjadwalan *Single Loop Short Route*	80
Lampiran 3.	Penjadwalan *Double Loop*	81
Lampiran 4.	Penjadwalan *Double Loop – Hybrid*	82

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB I
PENDAHULUAN

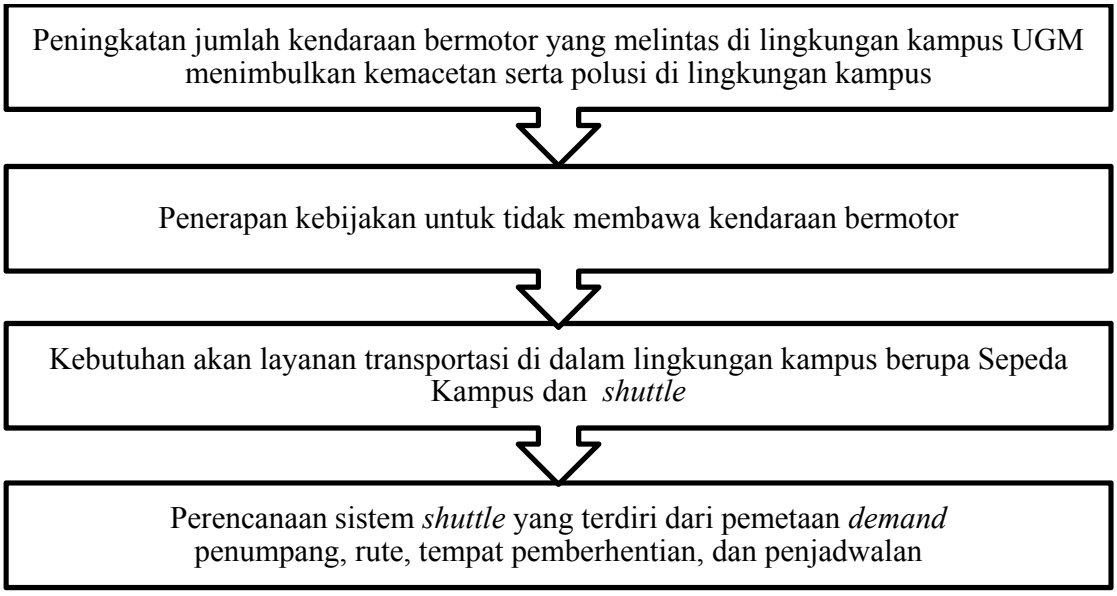
1.1 Latar Belakang Masalah

Berdasarkan data dari Direktorat Pemeliharaan dan Pengelolaan Aset (DPPA) Universitas Gadjah Mada, sebanyak 30.000 kendaraan bermotor melintas setiap harinya di dalam lingkungan kampus. Dalam beberapa tahun terakhir, jumlah ini terus meningkat dari tahun ke tahunnya. Hal ini selain menimbulkan kepadatan di lingkungan kampus, juga memberi kontribusi yang cukup besar dalam pencemaran udara (polusi kendaraan bermotor) di lingkungan kampus. Selain mengurangi suasana kondusif dalam lingkungan belajar mengajar, kondisi tersebut juga tidak sejalan dengan visi Universitas Gadjah Mada yaitu Pendidikan untuk Pengembangan Berkelanjutan (*Education for Sustainable Development*-EfSD). Maka dari itulah, mulai tahun ajaran 2011/2012 mahasiswa angkatan 2011/2012 ke bawah wajib menandatangani kontrak yang menyatakan kesediaan untuk tidak membawa kendaraan bermotor pribadi.

Sebagai tindak lanjut penerapan kebijakan tersebut, Universitas Gadjah Mada menyediakan fasilitas Sepeda Kampus yang dapat digunakan secara gratis di dalam lingkungan kampus dengan durasi maksimal 30 menit dari satu stasiun sepeda ke stasiun sepada lainnya (Arfandi, 2011). Sebanyak 9 dari 20 stasiun sepeda yang direncanakan, telah beroperasi di lingkungan kampus. Dalam jangka waktu lima tahun ke depan, diharapkan tidak ada lagi mahasiswa yang menggunakan kendaraan bermotor pribadi di lingkungan kampus. Namun selain sepeda kampus, dibutuhkan pula alat transportasi lainnya yang bersifat masal berupa *shuttle* yang beroperasi di dalam kampus untuk menunjang layanan sepeda kampus di saat cuaca hujan maupun untuk menjangkau jarak yang cukup jauh jika ditempuh dengan bersepeda.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Sistem transportasi berupa *shuttle* ini membutuhkan perencanaan yang matang agar dapat memberikan pelayanan maksimal bagi mahasiswa. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian untuk mengetahui pergerakan internal yang terjadi di dalam lingkungan kampus, sehingga dapat diketahui rute dan tempat pemberhentian yang paling optimal berikut jumlah *shuttle* yang dibutuhkan untuk dapat melayani kebutuhan mahasiswa pada khususnya dan civitas akademika universitas pada umumnya. Kemudian, ditentukan pula penjadwalan yang paling efisien untuk sistem transportasi tersebut. Latar belakang penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Latar Belakang Penelitian

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk merencanakan rute dan tempat pemberhentiannya, jumlah *shuttle* serta

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

penjadwalan dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti *demand,* integrasi layanan dengan sistem transportasi eksternal (TransJogja) maupun internal (sepeda kampus).

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan di Universitas Gadjah Mada
2. Hal-hal di luar perencanaan operasional, seperti perencanaan kebijakan, keuangan dan sebagainya tidak termasuk ke dalam penelititan ini

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini menghasilkan beberapa alternatif yang dapat dijadikan dasar dalam perencanaan sistem transportasi internal kampus yang meliputi:

1. Peta persebaran penumpang *(demand)* mahasiswa di lingkungan kampus Universitas Gadjah Mada,
2. Rute,
3. Lokasi pemberhentian,
4. Penjadwalan waktu keberangkatan,
5. Jumlah kendaraan yang dibutuhkan

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi masukan bagi tim pelaksana kegiatan pengembangan Kendaraan Umum Internal Kampus (KUIK) Universitas Gadjah Mada dalam perencanaan sistem operasional *shuttle* tersebut.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

Perencanaan transportasi adalah hal yang cukup rumit. Para ahli transportasi di seluruh dunia banyak mengembangkan desain sistem transportasi, dalam hal ini, transportasi umum dengan berbagai metode dan pendekatan yang berbeda-beda. Neilsen dan Lange (2008) merancang sistem transportasi umum untuk Departemen Transportasi dan Komunikasi Norwegia yang kemudian dijadikan literatur dan pedoman untuk berbagai pengembangan sistem transportasi di Norwegia. Dalam papernya mengenai desain konsep dan jaringan pelayanan transportasi umum di perkotaan dan pinggiran kota, disebutkan bahwa untuk merancang transportasi umum yang berkualitas tinggi, harus ada suatu organisasi dan kebijakan yang baik dalam bidang transportasi. Hal tersebut meliputi organisasi regional, pendanaan dalam operasional dan infrastruktur, kebijakan yang mendukung kebijakan transportasi, dan koordinasi yang baik antara kebijakan tata guna lahan dan transportasi. Selain itu, stabilitas jangka panjang juga dibutuhkan pada level strategis dalam perencanaan transportasi yang bertujuan untuk mendapatkan pola pergerakan masyarakat kota yang terus menerus berkembang. Di sisi lain, sistem transportasi harus dapat terus menyesuaikan diri dengan perubahan *demand* dan situasi ekonomi yang terus berubah secara dinamis. Stabilitas tersebut akan tercapai jika jaringan transportasi cukup kuat untuk menyesuaikan kebutuhan dalam waktu singkat seperti frekuensi, kapasitas, dan jalur-jalur atau percabangan yang terhubung dan tidak terhubung. Jaringan tersebut juga harus dapat menyesuaikan perkembangan daerah perkotaan tanpa harus melakukan perombakan besar-besaran terhadap desain yang sudah ada. Bahkan, jika memungkinkan desain tersebut harus dapat mengakomodasi konversi moda transportasi tanpa merubah jaringan transportasi yang sudah ada.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Menurut Dodson (2011), dalam melakukan perencanaan transportasi, beberapa penelitian menggunakan pendekatan matematis. Neilsen (2005) menyarankan metode lain untuk perencanaan jaringan transportasi publik yang juga efektif dan dapat secara langsung diaplikasikan dalam konteks praktis juga sederhana untuk diadopsi bahkan bagi orang-orang non-teknis sekalipun. Metode yang disarankan ini adalah menggunakan *sketch map* dengan menggambar setiap jalurnya menggunakan pensil warna yang berbeda sebagai *basic tool* perencanaan jaringan untuk menggambarkan informasi-informasi terkait sistem jaringan transportasi tersebut.

> *Create a simple sketch map on the principle of 'every bus line a separate pencil line' by the use of old fashioned colour pencils to combine the information from the network map and the timetables… Soon you have an important basic tool for network planning.* (Neilsen, 2005, hal. 36)

Keuntungan dari pendekatan ini pada desain jaringan dan operasional adalah tidak terlalu dibutuhkannya kemampuan matematis dibandingkan dengan kemampuan untuk mengaplikasikan dasar dan prinsip dari perencanaan jaringan secara sistematis. Meskipun dalam penjadwalan akan dibutuhkan beberapa perhitungan dari parameter operasional seperti misalnya kapasitas jalur atau jarak yang disarankan antar tempat pemberhentian. Namun hal ini merupakan hal terpisah dari perancangan yang cepat dan efisien untuk sebuah struktur jaringan secara keseluruhan. Pendekatan ini juga *cost saving*, perencana dapat melihat terlebih dahulu desain jaringan untuk menyelesaikan permasalahan atau kelemahan jaringan, bukan secara langsung mencari solusi infrastruktur tersebut.

Perencanaan ini melibatkan dua hal utama yaitu mengidentifikasi jaringan secara keseluruhan dan menyederhanakan struktur jaringan. Agar jaringan transportasi umum dapat dioperasikan secara jelas dan mudah dimengerti, dibutuhkan sebuah gambaran utuh dari jaringan transportasi. Pengguna transportasi umum melakukan perjalanan di dalam suatu sistem tertentu karena suatu keinginan dan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

kebutuhan untuk berpindah. Meskipun perencana transportasi sering menitikberatkan pemilihan moda transportasi apa yang paling optimal, sebenarnya dari perspektif penumpang, yang dibutuhkan adalah kecepatan layanan, frekuensi layanan, terhubung satu sama lain dan mudah dimengerti. Dua hal terakhir sangat bergantung pada kemampuan perencana untuk memahami jangkauan dari pilihan jalur yang ada, dan membutuhkan suatu gambaran sistem yang menyeluruh. Tidak mudah untuk dapat merepresentasikan secara visual keseluruhan variabel yang mempengaruhi suatu jaringan. Setelah jaringan dan struktur, hal yang tak kalah penting dalam pemetaan jaringan transportasi umum adalah bagaimana menghirarkikan jalur-jalur yang membutuhkan frekuensi tinggi *forget the timetable* dan jalur-jalur dengan frekuensi yang lebih rendah, yang menggambarkan secara mendetail area-area yang cepat dan mudah bagi penumpang.

Penjadwalan dapat menjadi suatu permasalahan yang cukup kompleks yang mengandung banyak persamaan matematis. Neilsen (2005) menggunakan pendekatan yang *less mathematical* namun lebih melihat koordinasi penjadwalan sebagai hal yang tidak dapat dipisahkan dari perencanaan jaringan. Perencanaan jaringan yang baik mencari pelayanan yang lebih cepat dan lebih terkonsentrasi yang dapat menghasilkan penjadwalan dengan frekuensi yang lebih tinggi.

Prinsip dasar dalam layanan yang mengharuskan adanya transfer adalah memastikan waktu transfer semimimal mungkin dengan mengkoordinasikan waktu kedatangan dan keberangkatan pada jalur *interconnecting*.

Kebutuhan transportasi umum ternyata bukan hanya merupakan kebutuhan di daerah perkotaan saja. Universitas atau kampus sebagai suatu kawasan yang menjadi pusat kegiatan mahasiswa, juga membutuhkan sebuah sistem transportasi internal untuk mengakomodasi perjalanan-perjalanan jarak dekat di dalam lingkungannya sendiri.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Sama halnya dalam merancanakan sebuah sistem transportasi, perencana harus dapat mengetahui hal-hal yang melatarbelakangi kebutuhan dibuatnya sebuah sistem transportasi internal di sebuah universitas.

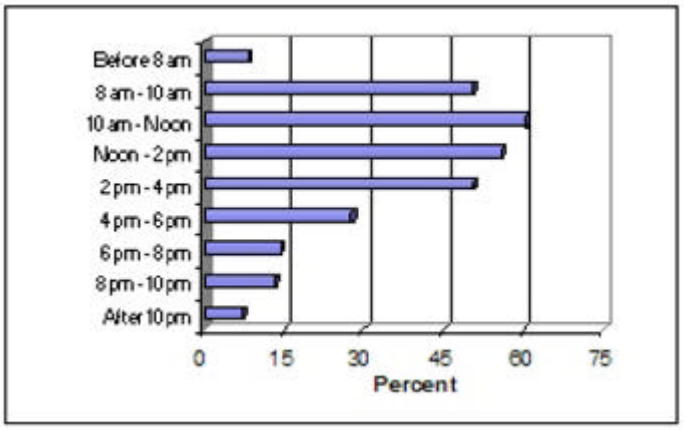
Dalam paper *Small Urban University Transit: A Tri-Campus Case Study* (Peterson, 2005) dikatakan bahwa universitas atau kampus memiliki kebutuhan transportasi yang sangat unik karena memiliki tingkat kebutuhan perjalanan yang tinggi hanya pada jam-jam tertentu saja *(high concentration of trips during multiple peak periods)* yaitu di pagi hari, saat istirahat siang dan sore hari. Banyak universitas yang menyadari bahwa transportasi internal kampus ini merupakan moda transportasi yang sangat efektif untuk mengakomodasi mobilitas di dalam kampus dan mengembangkan sistem transportasi untuk mengakomodasi kebutuhan tersebut. Sistem transportasi internal kampus yang baik meliputi faktor-faktor seperti perencanaan yang matang, pemahaman akan kebutuhan penggunanya, desain sistem pelayanan yang efisien dan koordinasi dengan layanan transportasi eksternal.

Dengan membandingkan tiga perguruan tinggi di Amerika Serikat yaitu *North Dakota State University* dengan mahasiswa sejumlah 2.000 mahasiswa, *Concordia College* 2.750 mahasiswa, dan *Minnesota State University Moorhead* dengan lebih dari 7.500 mahasiswa, dapat disimpulkan beberapa hal yang melatarbelakangi dan sangat esensial dalam membuat sistem transportasi internal kampus yang baik, seperti:

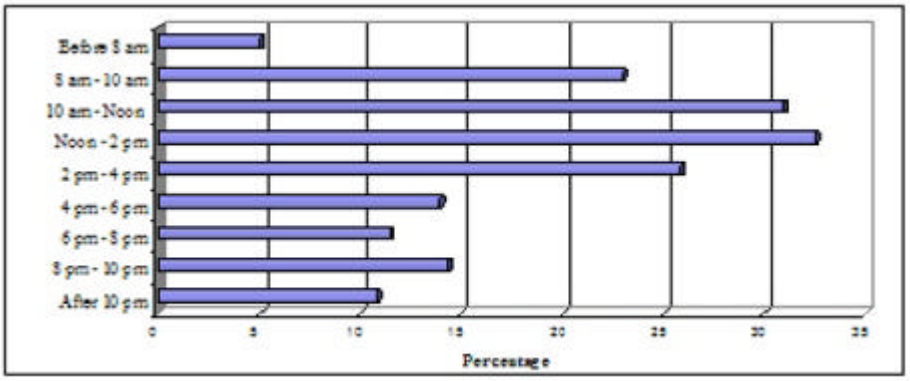
1. Waktu-waktu mahasiswa berada di kampus

Faktor yang amat berpengaruh dalam mengidentifikasi kebutuhan penumpang *(demand)* adalah waktu-waktu dimana kegiatan di kampus berlangsung. Setiap universitas memiliki jadwal kegiatan yang berbeda-beda. Hal inilah yang membuat perencanaan transportasi internal kampus sangat unik satu universitas dengan universitas lainnya. Gambar 2.1 menunjukkan waktu kegiatan di ketiga kampus tersebut.

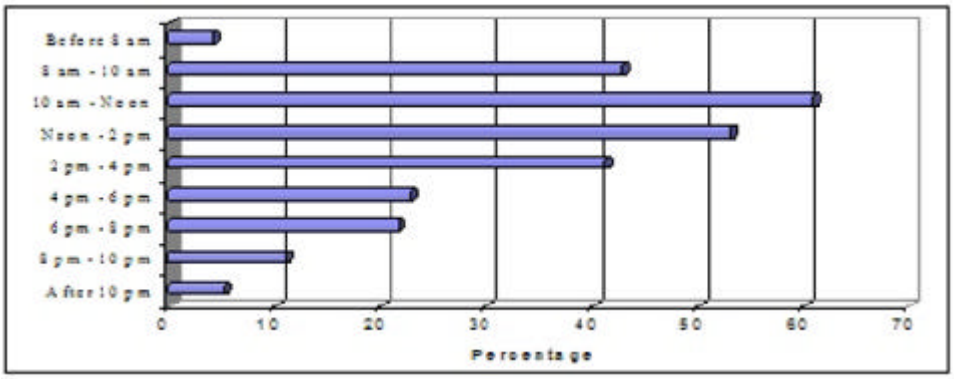
UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



North Dakota State University



Concordia College



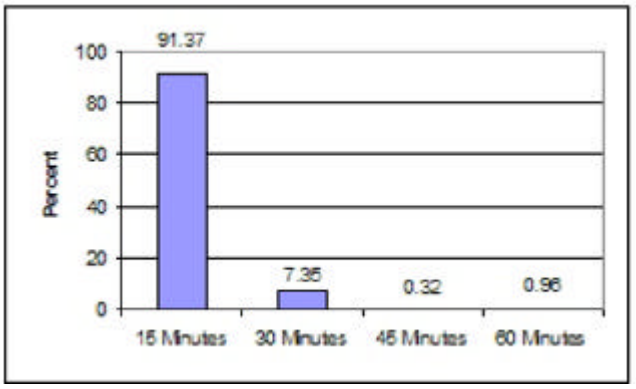
Minnesota State University Moorehead

Gambar 2.1 Perbandingan Waktu-waktu Sibuk di *North Dakota State University, Concordia College,* dan *Minnesota State University Moorhead* (Peterson, 2005)

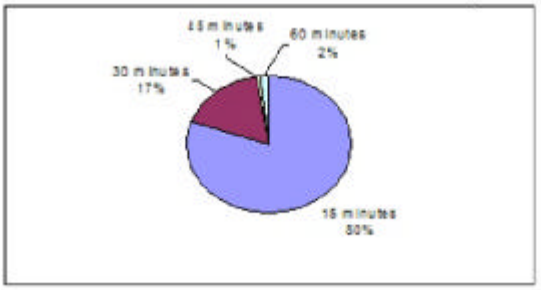
UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2. Waktu Tunggu yang Diharapkan

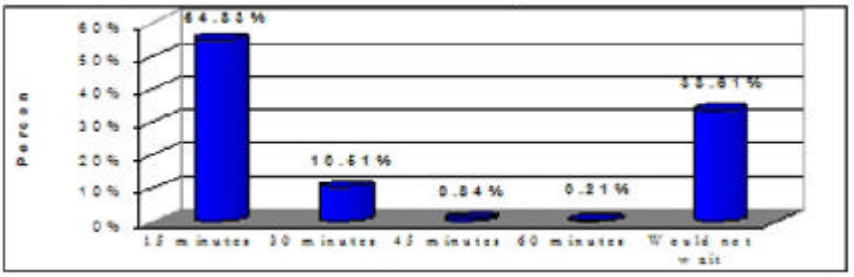
Waktu tunggu yang diharapkan oleh penumpang di ketiga kampus tersebut disajikan dalam Gambar 2.2.



North Dakota State University



Concordia College



Minnesota State University Moorehead

Gambar 2.2 Perbandingan Waktu Tunggu yang Diharapkan oleh Penumpang di *North Dakota State University, Concordia College*, dan *Minnesota State University Moorhead* (Peterson, 2005)

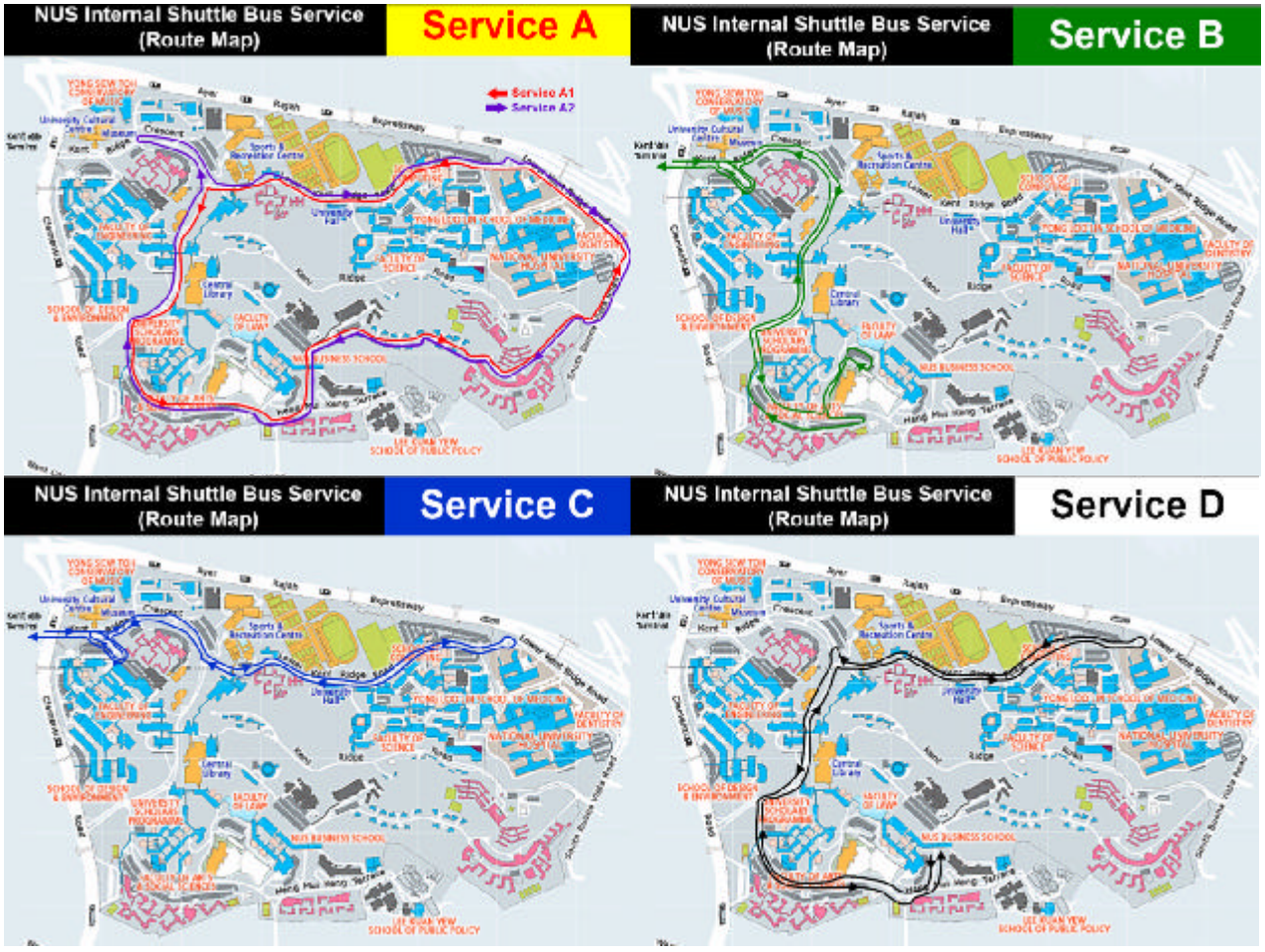
UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Dari ketiga universitas, rata-rata waktu tunggu layanan transportasi *(headway)* yang diharapkan adalah 15 menit. Untuk waktu tunggu lebih dari 15 menit (30 menit, 45 menit, 60 menit) sangat kecil, bahkan penumpang lebih memilih untuk tidak menunggu, atau dengan kata lain tidak akan menggunakan layanan transportasi tersebut. Sampai tahun 2005, setidaknya ada 48 universitas yang telah memiliki sistem transportasi internal di Amerika Serikat. Jumlah ini akan terus meningkat dari waktu ke waktu seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan transportasi internal yang dilatarbelakangi oleh beberapa faktor seperti mengurangi kemacetan dan polusi udara akibat tingginya penggunaan kendaraan bermotor pribadi.

Tidak hanya di Amerika Serikat, hampir setiap perguruan tinggi terkemuka di dunia memiliki sistem transportasi internal yang lebih dikenal dengan sebutan *shuttle* sebagai alat transportasi internal bagi mahasiswa dan civitas akademika universitas. Beberapa perguruan tinggi yang menerapkan *shuttle* menganggap *shuttle* tersebut sebagai *branding* dari universitas, sehingga sistem transportasi di kampus tersebut dibuat sebaik mungkin. *Shuttle* sendiri memiliki arti kendaraan yang beroperasi secara teratur dari satu tempat ke tempat lainnya.

National University of Singapore (NUS) adalah salah satu universitas yang sudah memiliki sistem *internal shuttle bus* yang baik. Dalam operasionalnya, sistem ini terbagi menjadi 4 (empat) rute yaitu *Route* A, *Route* B, *Route* C, dan *Route* D dengan estimasi waktu kedatangan setiap 30 menit (National University of Singapore, 2009). Jadwal keberangkatan bus disesuaikan dengan kegiatan mahasiswa, yaitu jadwal *during semester* dan jadwal *vacation*. Dalam satu minggu, jadwal dibedakan menjadi jadwal *weekday* dan *weekend*. Karena perbedaan *event* tersebut sangat mempengaruhi jumlah penumpang *(demand).* Rute perjalanan *internal shuttle bus* di National University of Singapore dapat dilihat pada Gambar 2.3.

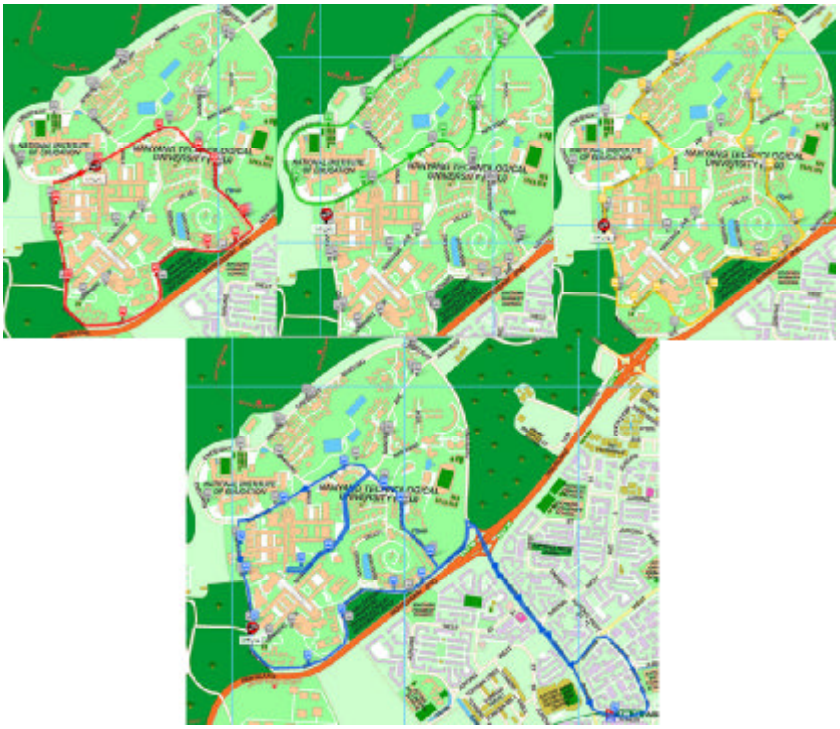
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 2.3 Rute *Internal Shuttle Bus* National University of Singapore (National University of Singapore, 2009)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Selain NUS, Nanyang Technological University (NTU) Singapore juga memiliki sistem *shuttle* yang terkoordinasi dengan sangat baik. Sistem ini juga terbagi menjadi 4 (empat) rute yaitu *Route* A, *Route* B, *Route* C, dan *Route* D (Nanyang Technological University, 2010). Jika dilihat pada peta, terdapat beberapa ruas jalan yang dilewati oleh lebih dari satu jalur bus. Salah satu rute, yaitu *Route* D (biru) merupakanjalur yang juga menjadi *feeder* yang membawa penumpang dari dan ke luar wilayah kampus. Sementara *Route* A, B, dan C merupakan rute-rute yang melayani perjalanan di dalam wilayah kampus. Ruas-ruas jalan yang dilewati lebih dari satu rute bus biasanya memiliki *demand* yang paling besar, sehingga pada ruas jalan tersebut frekuensi kedatangan bus menjadi lebih sering, karena bukan hanya dilewati oleh satu rute saja. Rute *Internal Shuttle Bus* Nanyang Technological University dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Rute *Internal Shuttle Bus* Nanyang Technological University (Nanyang Technological University, 2010)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Di Indonesia, universitas yang sudah menerapkan transportasi umum internal kampus cukup lama adalah Universitas Indonesia (UI). Kendaraan yang digunakan adalah bus, atau dikenal dengan sebutan "Bis Kuning". Untuk memberikan pelayanan di kampus seluas 300 Ha, bis kuning UI melayani 2 rute yang akan diakomodir oleh bis kuning merah dan bis kuning biru yang berjumlah 10 unit.

Pada setiap halte tersedia jadwal agar penumpang dapat menyesuaikan. Jadwal tidak dibedakan berdasarkan *weekdays* dan *weekends*, namun perbedaannya hanya terdapat pada waktu operasionalnya. Hari Senin-Jumat dilayani sejak pukul 07.00 hingga pukul 19.00 WIB sedangkan pada hari Sabtu dilayani pukul 07.00 hingga pukul 12.00 WIB. Meskipun belum beroperasi pada penjadwalan yang pasti, setiap bus beroperasi dalam sehari sebanyak 14 kali. Dari 10 jumlah bus yang ada, berarti terdapat 140 keberangkatan dalam sehari. Jika bus beroperasi pukul 07.00 – 21.00 (14 jam), maka ada 10 kedatangan per jamnya. Jadi waktu tunggu rata-rata seharusnya adalah 6 menit. Namun pada pelaksanaannya, bus tersebut belum dapat beroperasi seperti itu. Masih banyak mahasiswa yang harus menunggu bus selama 15 – 30 menit (Kartiko, 2010). Layanan Bis Kuning UI dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Layanan Bis Kuning UI

Rute BiKun Merah	Rute BiKun Biru
Halte Asrama – Halte Gerbatama – Halte Stasiun UI — Halte Fak.Hukum — Halte Masjid UI — Halte Pocin — Halte FIK – Halte FMIPA — Halte Poltek — Halte F. Teknik — Halte FEUI	Halte Asrama – Halte Gerbatama – Halte Stasiun UI – Halte F.Psikologi – Halte FISIP – Halte FIB – Halte FEUI
Bis Ekstensi (Senin-Jumat 17.30 – 21.00 WIB)	
Halte FE – halte stasiun UI – halte wira makara – halte stasiun UI (putar balik) – Halte FE.	

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1. Perencanaan dan Pemodelan Transportasi

3.1.1 Pengertian Perencanaan dan Pemodelan Transportasi

Perencanaan transportasi dapat didefinisikan sebagai suatu proses yang tujuannya mengembangkan sistem transportasi yang memungkinkan manusia dan barang bergerak atau berpindah tempat dengan aman dan murah(Tamin, 2000).

3.1.2 Model dalam Pemodelan Transportasi

Dalam hal ini, model dapat didefinisikan sebagai bentuk penyederhanaan suatu realita (atau dunia yang sebenarnya). Termasuk diantaranya:

a. Model Fisik
b. Peta dan Diagram
c. Model statistika dan matematika (persamaan) yang menerangkan beberapa aspek fisik, sosial-ekonomi dan model transportasi

Semua model tersebut merupakan cerminan dan penyederhanaan realita untuk tujuan tertentu, seperti memberikan penjelasan, pengertian serta peramalan. Secara umum dapat dikatakan bahwa semakin mirip suatu model dengan realitanya, semakin sulit model itu dibuat.

Dalam perencanaan dan pemodelan transportasi, akan sangat sering digunakan beberapa model utama yaitu model grafis dan model matematis. Model grafis adalah model yang menggunakan gambar, warna dan bentuk sebagai media penyampaian informasi mengenai keadaan keadaan sebenarnya (realita). Model grafis sangat diperlukan, khususnya untuk transportasi karena kita perlu mengilustrasikan terjadinya pergerakan (arah dan besarnya) yang terjadi, yang beroperasi secara spasial

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

(ruang). Model matematis menggunakan persamaan atau fungsi matematika sebagai media dalam usaha mencerminkan realita.

Walaupun merupakan penyederhanaan, model tersebut bisa saja sangat kompleks dan membutuhkan data yang sangat banyak dan waktu penyelesaian yang sangat lama. Beberapa keuntungan dalam pemakaian model matematis dalam perencanaan transportasi adalah bahwa sewaktu pembuatan formulasi, kalibrasi serta penggunaannya, para perencana dapat belajar banyak, melalui eksperimen, tentang perilaku dan mekanisme internal dari sistem yang sedang dianalisis.

Akan tetapi, pemodelan transportasi hanya merupakan salah satu unsur dalam perencanaan transportasi. Lembaga, departemen, pengambil keputusan, masyarakat, administrator, peraturan dan penegakan hukum adalah beberapa unsur lainnya yang harus direncanakan dengan baik untuk mendapatkan sistem perencanaan transportasi yang baik. Perencanaan dan pemodelan transportasi serta pengambil keputusan dapat dikombinasikan dengan cara yang berbeda-beda tergantung pada pengalaman lokal, tradisi dan pengalaman.

3.1.3 Pemilihan Pendekatan Model

Kebijakan transportasi yang akan dimbil atau diputuskan oleh para pengambil keputusan biasanya menggunakan hasil perencanaan dan pemodelan transportasi sebagai alat bantu dalam mengambil keputusan. Oleh sebab itu, para pengambil keputusan lebih mempunyai wewenang dalam menentukan kebijakan yang akan ditentukan dibandingkan dengan para perencana transportasi. Hal ini karena para pengambil keputusan memperhitungkan faktor lain, seperti lingkungan, keamanan, pertahanan, ekonomi dan sosial budaya yang mungkin tidak menjadi pertimbangan dalam proses perencanaan transportasi.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan pendekatan analitis yang akan dipakai, antara lain:

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

1. Pengambilan Keputusan

Hal yang perlu diperhatikan antara lain apakah keputusan tersebut bersifat strategis, taktis atau operasional. Sifat keputusan tersebut dapat menentukan tingkat kedalaman analisis, apakah hanya faktor transportasi saja atau ada faktor lain yang mempengaruhi atau ikut terpengaruh. Dari sisi sistem transportasi apakah hanya tertarik pada kebutuhan akan pergerakan saja atau termasuk sistem prasarananya dan lain-lain. Banyaknya pilihan yang harus dipertimbangkan dalam menentukan suatu kebijakan transportasi juga merupakan hal yang perlu diperhatikan.

2. Persyaratan Ketepatan

Ketepatan hasil kajian perencanaan dan pemodelan transportasi sangat diperlukan dan tergantung pada tujuan kajian tersebut. Ketepatan data sangat menentukan ketepatan hasil pemodela, sedangkan ketepatan data sangat bergantung pada jumlah data yang dikumpulkan, kualitas peralatan yang digunakan untuk mendapatkan data tersebut serta kualitas surveyor yang menggunakan peralatan tersebut. Menatar surveyor sebelum melakukan survey dan penjelasan manual peralatan merupakan suatu usaha yang tepat dalam meningkatkan ketepatan data.

3. Ketersediaan Data

Data merupakan permasalahan utama dalam pemodelan. Terbatasnya data dari sisi kualitas dan kuantitas menyebabkan hasil pemodelan tidak mempunyai ketepatan yang tinggi. Selain itu, sistem transformasi data yang tidak begitu baik menyebabkan data tersebut sangat susah didapat, meskipun sudah tersedia. Fasilitas faksimili merupakan alat bantu utama dalam transformasi data. Pada saat sekarang ini fasilitas internet telah pula tersedia dan bisa digunakan dengan biaya yang sangat murah yang memungkinkan data bisa didapatkan pada saat yang bersamaan dengan kegiatan pengumpulan data (waktu-nyata).

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4. Kemutakhiran pemodelan

Pemodelan adalah pencerminan dan penyederhanaan realita. Jadi, semakin kita dapat mencerminkan realita, dapat dikatakan model tersebut menjadi semakin baik. Akan tetapi, untuk mencapai hal tersebut biasanya dibutuhkan dana yang sangat besardan data yang sangat banyak. Karena keterbatasan biaya dan waktu, kemampuan memilih model yang tepat sangat dibutuhkan yang harus sesuai dengan situasi dan kondisi tertentu.

5. Sumber Daya yang Tersedia

Hal ini menyangkut dana, data, perangkat computer, termasuk paket program yang tersedia, kemampuan peneliti dan seterusnya. Dua jenis sumber daya yang perlu digarisbawahi adalah waktu dan tingkat komunikasi dengan para pengambil keputusan dan masyarakat. Waktu merupakan hal terpenting juka hanya sedikit waktu yang tersedia dalam penentuan kebijakan, maka melakukan pemodelan sesederhana mungkin akan lebih baik daripada pemodelan yang menyeluruh. Selain itu, adanya komunikasi yang baik dengan para pengambil keputusan serta masyarakat sebagai pengguna akan mengurangi permasalahan.

6. Persyaratan Proses Data

Kemampuan perangkat computer yang dibutuhkan tidak terlalu besar. Hal yang menjadi hambatan utama dalam memproses data tersebut justru kemampuan manusia dalam mengumpulkan, mengkodefikasi, memasukkan data, menjalankan program dan menafsirkan keluaran dari program tersebut.

7. Tingkat Kemampuan Perencana dan Peneliti

Biaya pelatihan biasanya cukup tinggi sehingga langkah terbaik adalah menggunakan model yang ada seefisien mungkin sambil mempelajari dan memahami model lainnya yang lebih baik. Jumlah peneliti dan perencana yang banyak dan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

berkualitas baik sangat diperlukan. Peningktana kemampuan para peneliti tidak perlu dilakukan melalui pendidikan formal karena membutuhkan waktu yang cukup lama dan biaya yang mahal. Pelatihan dan penyuluhan merupakan salah satu hal yang sangat efektif untuk mengatasi masalah tersebut.

3.1.4 Model Sebaran Pergerakan

3.1.4.1 Zona

Daerah kajian adalah suatu daerah geografis yang di dalamnya terletak semua zona asal dan zona tujuan yang diperhitungkan dalam model kebutuhan akan transportasi.

Sistem jaringan jalan suatu daerah kajian yang terdiri dari jalan satu arah, masing-masing mencerminkan satu ruas jalan atau pergerakan membelok di persimpangan, dan berakhir pada titik ujung masing-masing yang disebut simpul.

Sistem jaringan transportasi dicerminkan dalam bentuk ruas dan simpul, yang semuanya dihubungkan ke pusat zona. Hambatan pada setiap ruas jalan dinyatakan dengan jarak, waktu tempuh atau biaya gabungan. Sistem jaringan transportasi juga dapat ditetapkan sebagai urutan ruas jalan dan simpul. Ruas jalan bisa berupa potongan jalan raya, rel kereta api, dan lain-lain, sedangkan simpul bisa berupa persimpangan, stasiun dan lain-lain. Setiap ruas, simpul dan zona diberi nomor. Nomor ini digunakan untuk mengidentifikasi data yang berkaitan dengan ruas dan zona. Dengan cara ini, ciri sistem tata guna lahan dan sistem prasarana transportasi dapat dinyatakan secara geografis atau ruang.

3.1.4.2 Pergerakan dan Perjalanan

Pergerakan adalah aktivitas yang kita lakukan sehari-hari. Sedangkan perjalanan adalah pergerakan satu arah dari zona asal ke zona tujuan, termasuk pergerakan berjalan kaki. Berhenti secara kebetulan (seperti berhenti untuk membeli rokok) tidak dianggap sebagai tujuan perjalanan, meskipun perubahan rute terpaksa

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

dilakukan. Meskipun pergerakan sering diartikan dengan pergerakan pulang dan pergi, dalam ilmu transportasi biasanya analisis keduanyan harus dipisahkan. Hal yang dikaji disini tidak saja mengenai pergerakan berkendaraan, tetapi juga kadang-kadang pergerakan berjalan kaki.

3.1.4.3 Matriks Pergerakan

Pola pergerakan dalam sistem transportasi sering dijelaskan dalam bentuk arus pergerakan (kendaraan, penumpang dan barang) yang bergerak dari zona asal ke zona tujuan di dalam daerah tertentu dan selama periode waktu tertentu. Matriks Pergerakan atau Matriks Asal-Tujuan (MAT) sering digunakan oleh perencana transportasi untuk menggambarkan pola pergerakan tersebut.

MAT adalah matriks berdimensi dua yang berisi informasi mengenai besarnya pergerakan antar lokasi (zona) di dalam daerah tertentu. Baris menyatakan zona asal dan kolom menyatakan zona tujuan, sehingga sel matriksnya menyatakan besarnya arus dari zona asal ke zona tujuan.

Origins	Destinations					
	1	2	3	...j	...z	$\sum_j T_{ij}$
1	T_{11}	T_{12}	T_{13}	$...T_{1j}$	$...T_{1z}$	O_1
2	T_{21}	T_{22}	T_{23}	T_{2j}	T_{2z}	O_2
3	T_{ij}	T_{ij}	T_{ij}	T_{ij}	T_{ij}	O_3
I	T_{i1}	T_{i2}	T_{i3}	T_{ij}	T_{iz}	O_i
Z	T_{z1}	T_{z2}	T_{z3}	T_{zj}	T_{zz}	O_z
$\sum_i T_{ij}$	D_1	D_2	D_3	$...D_j$	$...D_z$	$\sum_{ij} T_{ij} = T$

Gambar 3.1 Matriks Asal Tujuan (Wright, 2007)

Pola pergerakan dapat dihasilkan jika suatu MAT dibebankan ke suatu sistem jaringan transportasi. Dengan mempelajari pola pergerakan yang terjadi, perencana dapat mengidentifikasi permasalahan yang timbul sehingga beberapa solusi segera

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

dapat dihasilkan. MAT dapat memberikan indikasi rinci mengenai kebutuhan akan pergerakan sehingga MAT memegang peran yang sangat penting dalam berbagai kajian perencanaan dan manajemen transportasi.

Jumlah zona dan nilai setiap sel matriks adalah dua unsur penting dalam MAT karena jumlah zona menunjukkan banyaknya sel MAT yang harus didapatkan dan berisi informasi yang sangat dibutuhkan untuk perencanaan transportasi. Setiap sel membutuhkan informasi jarak, waktu, biaya atau kombinasi ketiga informasi tersebut yang digunakan sebagai ukuran aksesibilitas (kemudahan).

Aksesibilitas adalah konsep yang menggabungkan sistem pengaturan tata guna lahan secara geografis dengan sistem jaringan transportasi yang menghubungkannya. Aksesibilitas adalah suatu ukuran kenyamanan atau kemudahan mengenai cara lokasi tata guna lahan berinteraksi satu sama lain dan 'mudah' atau 'susah'nya lokasi tersebut dicapai melalui sistem jaringan transportasi.

Pernyataan mudah atau susah merupakan hal yang sangat subjektif. Mudah bagi seseorang belum tentu mudah untuk orang lain, begitu juga dengan pernyataan susah. Ada yang menyatakan bahwa aksesibilitas dapat dinyatakan dengan jarak. Jika suatu tempat berdekatan dengan tempat lainnya, dikatakan aksesibilitas antara kedua tempat itu tinggi. Sebaliknya, jika kedua tempat itu sangat berjauhan, aksesibilitas antara keduanya rendah. Jadi tata guna lahan yang berbeda pasti mempunyai aksesibilitas yang berbeda pula karena aktivitas tata guna lahan tersebut tersebar dalam ruang secara tidak merata (heterogen).

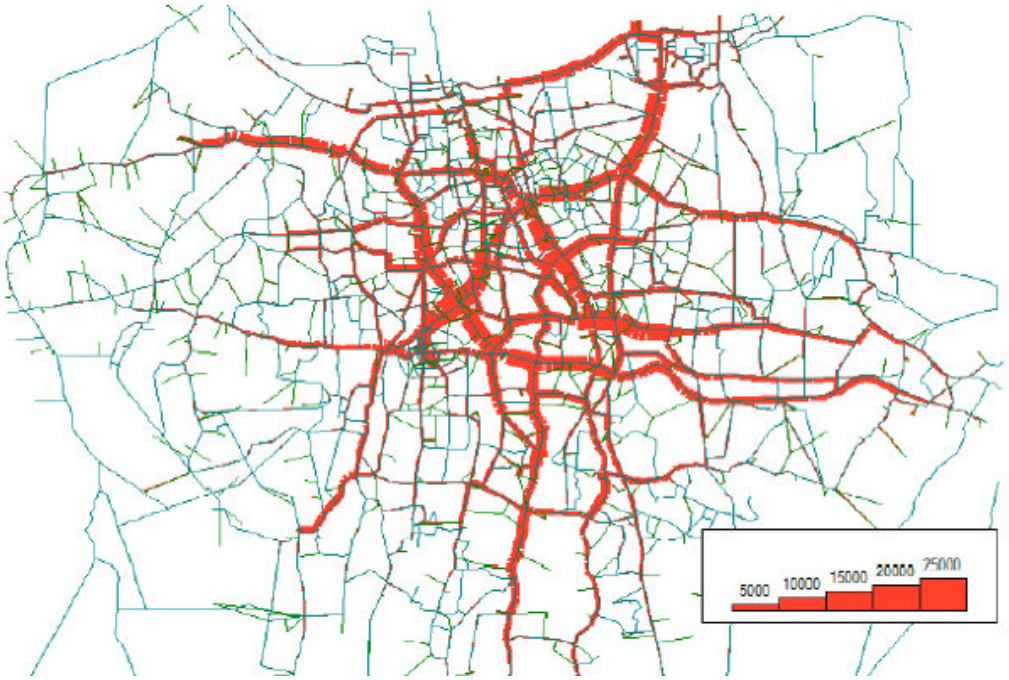
Akan tetapi peruntukan lahan tertentu seperti bandara, lokasinya tidak bisa sembarangan dan biasanya terletak jauh di luar kota (karena ada batasan dari segi kemanan, pengembangan wilayah, dan lain-lain). Dikatakan aksesibilitas ke bandara tersebut pasti akan selalu rendah karena letaknya yang jauh di luar kota. Namun, meskipun letaknya jauh, aksesibilitas ke bandara dapat ditingkatkan dengan menyediakan sistem jaringan transportasi yang dapat dilalui dengan kecepatan tinggi sehingga waktu tempuhnya menjadi pendek.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Oleh sebab itu, penggunaan jarak sebagai ukuran aksesibilitas mulai diragukan dan mulai dirasakan bahwa penggunaan waktu tempuh merupakan kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan jarak dalam menyatakan aksesibilitas. Dapat disimpulkan bahwa suatu tempat yang berjarak jauh belum tentu dapat dikatakan mempunyai aksesibilitas rendah atau suatu tempat yang berjarak dekat mempunyai aksesibilitas tinggi karena terdapat faktor lain dalam menentukan aksesibilitas yaitu waktu tempuh.

3.1.4.4 Garis Keinginan

Selain menggunakan bentuk matriks, pola pergerakan dapat juga dinyatakan dengan bentuk lain secara grafis yang biasa disebut Garis Keinginan. Nama ini diberikan karena pola pergerakan selain mempunyai dimensi jumlah pergerakan, juga mempunyai dimensi spasial (ruang) yang lebih mudah digambarkan secara grafis.



Gambar 3.2 Garis Keinginan(Wright, 2007)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Keuntungan bentuk matriks adalah dapat diketahuinya secara tepat arus pergerakan antarzona yang terjadi, tetapi tidak diketahui gambaran arah atau orientasi pergerakan tersebut. Hal ini dapat diatasi dengan bantuan garis keinginan yang menunjukkan gambaran pergerakan yang terjadi, meskipun ada juga kelemahannya berupa tidak tepatnya informasi arus pergerakan yang hanya dinyatakan dengan tebal garis keinginan.

3.2. Sistem

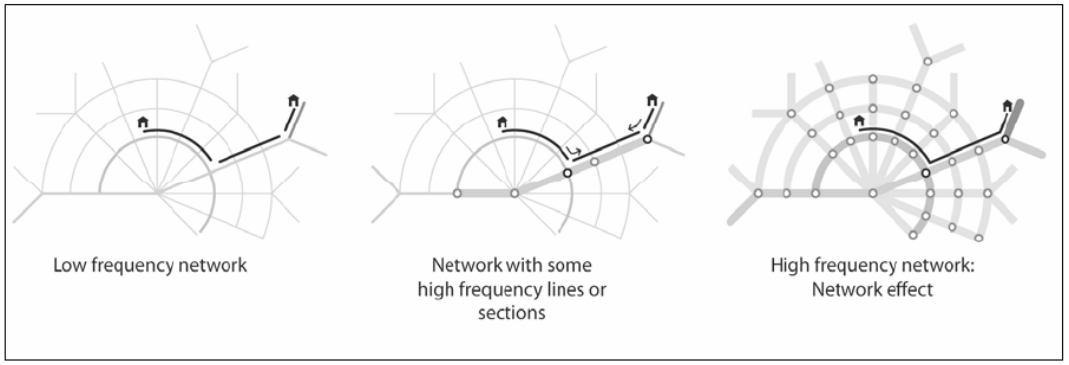
Hal yang pertama kali harus dilakukan dalam proses desain bukanlah infrastruktur atau kendaraannya, melainkan sistem yang didesain untuk mencapai karakteristik operasional yang diharapkan pengguna. Dari segi pengguna, beberapa faktor penting mempengaruhi pilihan moda transportasi diantaranya “Apakah layanan ini akan membawa mereka ke tempat yang mereka inginkan” dan “Berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapainya”.

Sistem terbagi menjadi sistem terbuka dan sistem tertutup. Sistem terbuka adalah sistem yang memungkinkan moda transportasi lain untuk beroperasi di dalam sistem tersebut, dimana pada sistem tertutup membatasi hanya satu moda transportasi umum yang beroperasi di sistem tersebut. Pada sistem terbuka, penumpang cenderung dapat memilih moda transportasi yang secara kebetulan melintas. Sehingga utilitas sistem transportasi yang dirancang akan menurun. Penentuan sistem terbuka dan sistem tertutup dalam suatu wilayah operasional sangat ditentukan oleh faktor sosial lingkungan di sekitarnya. Secara signifikan, penentuan sistem terbuka atau tertutup dalam operasionalnya mempengaruhi kecepatan rata-rata dan juga *travel time*. Hal ini terjadi karena banyaknya kendaraan yang beroperasi, terlebih pada jalur yang terdapat tumpang tindih trayek. Umumnya, sistem tertutup merupakan sistem yang lebih kondusif dan lebih efisien karena jumlah kendaraan yang beroperasi lebih terbatas sehingga lebih mudah dikontrol.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.3. Jaringan *(Network)*

Menurut Neilsen (2010), pengaruh jaringan dalam perencanaan transportasi umum sangat besar, untuk itulah perlu diperjelas apa pengaruh dari konsep yang akan diterapkan. Gambar 3.3 mengilustrasikan ide-ide pokoknya. *Low frequency network* menunjukkan tidak adanya pilihan bagi pengguna untuk memilih jalur yang lain, sedangkan pada jaringan dengan frekuensi yang lebih tinggi, transportasi umum memiliki daya saing yang kuat dengan kendaraan pribadi dalam menyajikan jalur alternatif bagi penggunanya



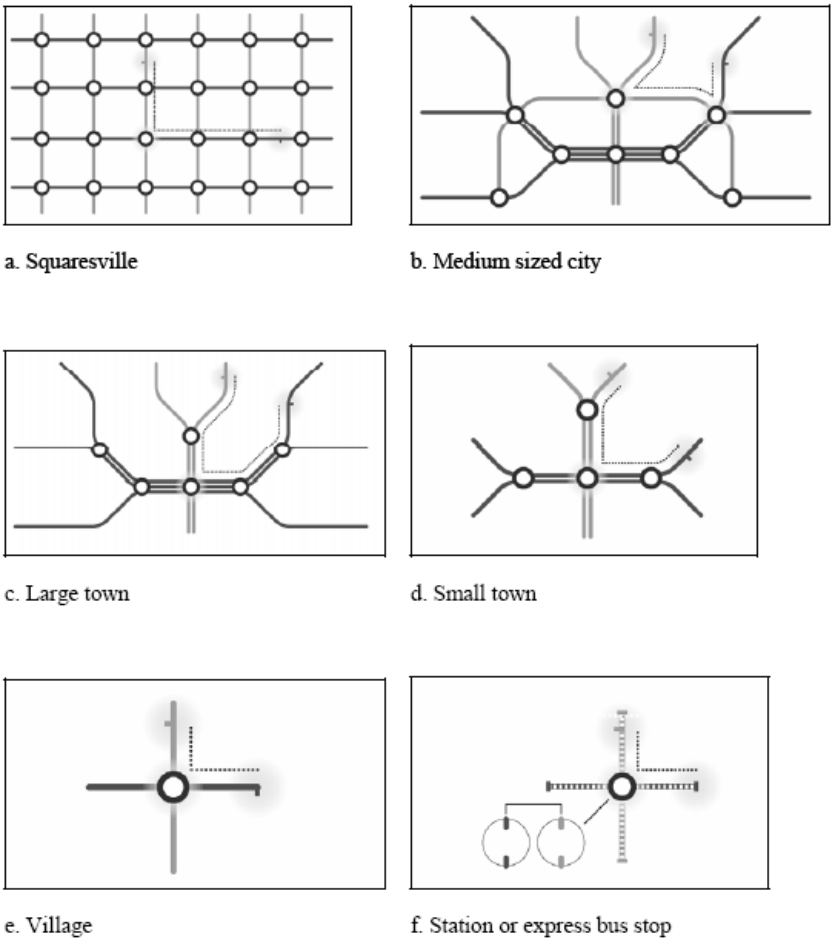
Gambar 3.3 *Network Effect* (Neilsen, 2010)

Di samping itu, besarnya regional dan kepadatan juga mempengaruhi kemungkinan pemilihan jalur transportasi. Pada Gambar 3.4 dapat dilihat bahwa pola *Squaresville* menunjukkan pola *grid* dengan jalur frekuensi yang tinggi dimana setiap perjalanan dapat dilakukan hanya dengan satu perpindahan. Kota yang sangat besar dapat mengaplikasikan pola ini.

Pada daerah perkotaan padat dengan populasi 100,000 – 200,000 atau lebih, jaringan dapat terdiri dari satu atau lebih jalur lingkaran dengan frekuensi dan waktu tempuh dimana penggunanya tidak perlu menempuh perjalanan ke pusat kota terlebih dahulu, dengan mengembangkan lokasi strategis untuk tempat perpindahan *(interchanges)*.

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Pada kota yang lebih kecil dengan penduduk di bawah 100,000 lebih banyak perjalanan jarak pendek dan kebutuhan akan transportasi umum tidak cukup banyak untuk dibuatnya jalur melingkar di luar pusat kota. Sehingga setiap perjalanan harus melalui pusat kota. Pada kota-kota kecil, dapat menggunakan beberapa koridor dengan kebutuhan transportasi yang cukup tinggi membutuhkan koordinasi jalur lokal dan regional. Pusat kota menjadi satu-satunya tempat perpindahan *(interchanges)* untuk pemberhentian dari setiap koridor.



Gambar 3.4 *Travel Possibilities* Berdasarkan Kepadatan Daerah Operasionalnya (Neilsen, 2010)

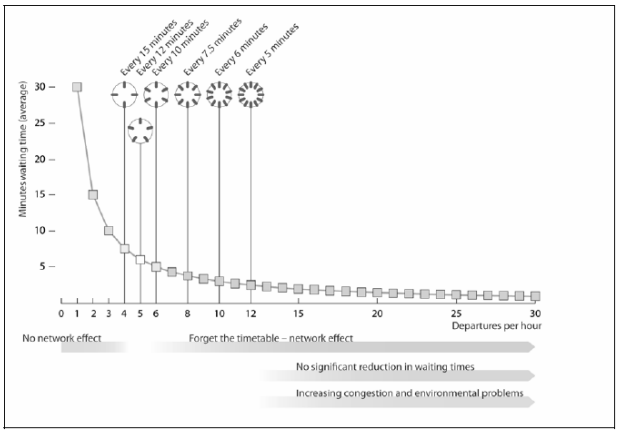
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Pada daerah yang lebih sepi (pinggiran kota), hanya ada satu jenis transportasi yang akan menghubungkan ke daerah perkotaan yang lebih ramai dengan frekuensi yang sangat rendah.

3.4. Penjadwalan

Penjadwalan dalam transportasi umum sangat erat kaitannya dengan frekuensi dan *headway.* Frekuensi adalah banyaknya jumlah kedatangan dalam satu jam, sedangkan *headway* adalah waktu yang dibutuhkan penumpang untuk menunggu dari kedatangan terakhir sampai kedatangan berikutnya. Meskipun frekuensi yang tinggi akan meningkatkan pelayanan transportasi, bukan berarti layanan transportasi tersebut harus menjangkau ke semua titik. Enam sampai dua belas kedatangan per-jam pada jam sibuk merupakan frekuensi yang disarankan supaya penumpang tidak perlu menunggu terlalu lama.

Dalam penelitian disebutkan bahwa setelah mencapai frekuensi tertentu, peningkatan frekuensi kedatangan *(headway)* tidak memberikan penurunan waktu tunggu yang signifikan. Hubungan antara frekuensi kedatangan dan lamanya waktu tunggu dapat dilihat pada Gambar 3.5 di bawah ini:



Gambar 3.5 Hubungan antara Frekuensi Kedatangan *(Departure per Hour)* dengan Waktu Tunggu *(Waiting Time)* (Neilsen, 2010)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

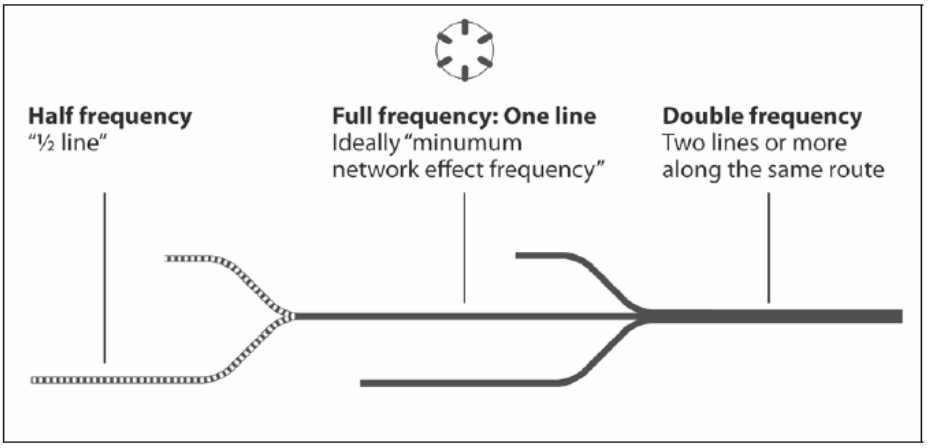
Semakin besar *headway* artinya semakin rendah frekuensi kedatangannya dan semakin tinggi waktu tunggu penumpang. Misalnya dengan *headway* 15 menit frekuensi kedatangannya 4 kali dalam satu jam. Gambar 3.5 menunjukkan bahwa *headway* yang lebih dari 10 menit akan menyebabkan *waiting time* yang cukup lama, hal ini akan berpengaruh terutama ketika perjalanan membutuhkan transfer dari satu jalur ke jalur yang lain. Di sisi lainnya, *headway* yang semakin kecil (frekuensi semakin tinggi) akan menyebabkan biaya operasional yang lebih tinggi namun tidak memberikan dampak yang begitu signifikan terhadap penurunan waktu tunggu. Bahkan hal ini dapat menimbulkan masalah baru yaitu kepadatan lalu lintas dan polusi terutama jika bus tersebut beroperasi menggunakan diesel di daerah yang padat penduduk.

Standard urban service level adalah salah satu *tool* yang sangat berguna dalam praktik dan strategi perencanaan jaringan. *Full frequency* adalah layanan standar hari kerja yang telah ditetapkan, biasanya dengan *headway* 5 – 10 menit. Layanan ini dapat dianggap sebagai layanan *forget the timetable* dan kerugian akibat waktu tunggu ketika transfer dalam layanan ini dapat dibatasi. Frekuensi dapat ditingkatkan pada jam sibuk menyesuaikan dengan *demand* dan hanya dimungkinkan pada jalur-jalur yang gemuk.

Half frequency memiliki karakteristik jalur yang mendekati setengah dari jumlah kedatangan dalam satu jam, misalnya 15 – 20 menit. Untuk jalur ini, penumpang harus mengetahui waktu keberangkatan, dan sangat membutuhkan koordinasi *timetable* untuk memberikan fasilitas transfer antar jalur.

Sedangkan *double frequency* dapat terjadi pada ruas jalan dimana ada dua atau lebih jalur yang bersinggungan. Pada jalur ini, penumpang tidak perlu mengetahui jadwal damn transfer dapat terjadi tanpa harus menunggu terlalu lama. Ilustrasi dari *Standard urban service level* dapat dilihat pada Gambar 3.6.

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 3.6 *Standard Urban Service Level* (Neilsen, 2010)

3.3.1 Tipe Penjadwalan dalam Transportasi *(Shuttle)*

Dalam perencanaan transportasi umum, sebaiknya pihak perencana tahu layanan yang akan diberikan. Berdasarkan frekuensinya, pelayanan transportasi umum digolongkan menjadi tiga kelas:

1. *Forget the timetable*. Pelayanan dengan 6 – 12 kedatangan dalam satu jam, atau setiap 5 – 10 menit sekali. Penumpang hampir tidak lagi perlu mengetahui jadwal kedatangan bus, karena frekuensi kedatangan yang cukup sering. Dalam pelayanan ini, sangat penting untuk mengatur agar interval antar kedatangan bus tidak menimbulkan kepadatan *(overcrowding)*, terlalu lama *(delay)*, atau beriringan *(convoy)*. Untuk beberapa jalur, perlu adanya pengawasan ketat untuk megontrol interval tersebut, baik pada tempat pemberhentian maupun pada saat melewati persimpangan yang ramai. Pengawasan yang ketat dalam hal ini juga akan membantu kelancaran lalu lintas, terutama pada ruas jalan yang padat. Jalur khusus *(separate right-of-way)* seringkali digunakan misalnya menggunakan rel atau pembatas jalan.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

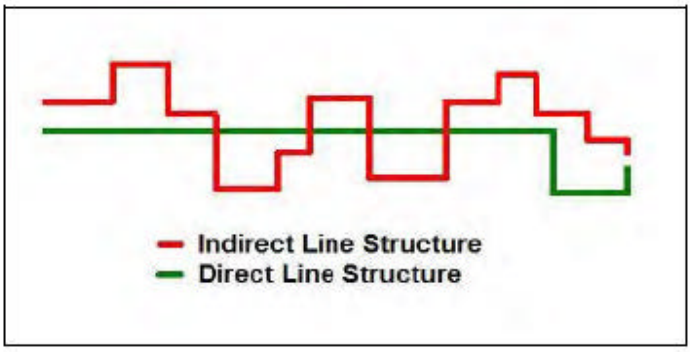
2. *Fixed minute timetable.* Frekuensi kedatangan paling minimal yaitu satu kali dalam satu jam. Di Norwegia, pelayanan semacam ini dikenal dengan *Timebuss (Hourly Bus Service)*. Untuk daerah dengan kebutuhan yang tidak terlalu tinggi, pelayanan ini akan menjadi solusi paling baik. Penumpang dapat mengetahui bahkan menghafal jadwal kedatangan bus dengan metode *fixed-minute scheduling*. Misalnya jam 07:32 dan kedatangan selanjutnya pada pukul 08:32 dan seterusnya. Kendala dalam pelayanan ini adalah bagaimana menjaga agar jadwal tersebut tepat waktu, untuk itu, dibutuhkan jalur khusus atau *priority signaling.*

3. *Service on demand only.* Ketika kebutuhan perjalanan akan transportasi sangat kecil, dan subsidi yang ada terlalu sedikit untuk mengoperasikan bus dengan *fixed-service*, pelayanan berdasarkan kebutuhan biasanya diterapkan. Selain lebih fleksibel, *demand-responsive operation* ini juga merupakan pelayanan yang paling efisien dari segi biaya *(cost-effective).*

3.5. Penentuan Jalur

Menurut Dodson (2011) banyak literatur yang mengatakan bahwa jaringan yang sederhana merupakan dasar dari prinsip jaringan transportasi umum. Seringkali ditemukan jalur-jalur yang tidak langsung *(indirect lines)* dalam beberapa sektor dari jaringan transportasi umum yang memiliki pendanaan yang minim atau investasi layanan yang terbatas namun membutuhkan jangkauan rute yang luas. Struktur tersebut, khususnya untuk bus, memang memaksimalkan jangkauan, namun mengesampingkan kecepata, yang diakibatkan oleh pemberhentian dan jalur yang berkelok-kelok. Karena waktu tempuh perjalanan merupakan faktor yang sangat krusial pada jaringan transportasi umum, rute ini hanya akan menjadi fasilitas bagi penumpang yang secara mau tidak mau menggunakannya, sehingga tidak menjadi pilihan bagi banyak orang. *Direct line* dapat dilihat pada Gambar 3.7.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 3.7 *Direct and Indirect Line* (Dodson, 2011)

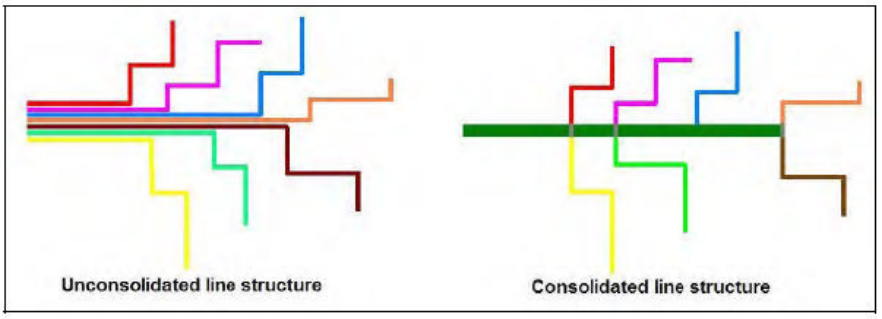
Direct line menjangkau tempat tujuan yang sama, tanpa berbelok-belok dan 60% lebih pendek dibandingkan *indirect line*. Merasionalkan *indirect line* menjadi *direct line* menawarkan beberapa keuntungan. Sebagai kompensasi dari area-area yang tidak terjangkau, *direct line* dapat memberikan pelayanan waktu tempuh yang lebih cepat karena jarak yang harus ditempuh menjadi lebih pendek dan biaya operasional yang dibutuhkan juga menjadi lebih sedikit, dengan memberikan pelayanan yang frekuensinya lebih sering. Semakin sederhana dan lurus, waktu tempuh yang dibutuhkan menjadi sangat cepat, hal inilah yang menjadi menarik bagi penumpang.

Struktur jaringan harus bertujuan untuk mengurangi kompleksitas penumpang. Dalam teori, 20 bus yang beroperasi selama satu jam dalam satu koridor gabungan berarti memberikan pelayanan setiap 3 menit, namun dalam prakteknya, hal ini justru membuat penumpang bingung. Sedangkan *single line* yang beroperasi setiap 5 menit sekali membutuhkan sumberdaya lebih sedikit namun memberikan pelayanan yang lebih baik. Pendekatan ini seringkali membutuhkan *trunk and feeder* yang membuat jalur utama *(trunk)* beroperasi lebih ekonomis, menghindari kemacetan, dan penghematan sumber daya yang dapat terdistribusi dengan pelayanan yang lebih baik pada rute-rute *feeder*.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Pelayanan harus menitikberatkan pada jalur yang sederhana yang dapat memberikan perjalanan yang cepat dan frekuensi yang tinggi yang selanjutnya dapat pula terhubung dengan jalur angkutan kota lainnya. Keuntungan dari jaringan yang sederhana ini lebih besar jika dibandingkan dengan menghindari transfer ke jaringan angkutan lainnya. Permasalahan bagi penumpang ketika harus transfer antar jalur dapat diselesaikan dengan koordinasi penjadwalan. Namun lemahnya keterhubungan antar jaringan dan meningkatnya kompleksitas berawal dari usaha untuk meningkatkan kenyamanan melalui *indirect line* seringkali hanya dapat diselesaikan dengan pelayanan tambahan. Konsolidasi dari beberapa jalur dapat memberikan penjadwalan yang lebih sederhana.

Setelah beberapa jalur individual yang berhimpit dijadikan satu jalur sebagai *trunk*, langkah selanjutnya dalah menyederhanakan bagian lainnya dari jalur-jalur yang terhubung. Konsolidasi jalur dengan menjadikannya *direct line* kemudian menjadikannya *trunk* harus dapat meningkatkan efisiensi operasional karena mengurangi panjang rute dan pelayanan yang tumpang tindih, di saat yang sama juga memberikan pelayanan yang koheren untuk penggunanya. Efisiensi dari pelayanan juga akan meningkat dengan penyediaan sumberdaya cadangan yang dapat didistribusikan ke jalur manapun ketika dibutuhkan. Ilustrasi dari konsolidasi jaringan dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Konsolidasi Jaringan (Dodson, 2011)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

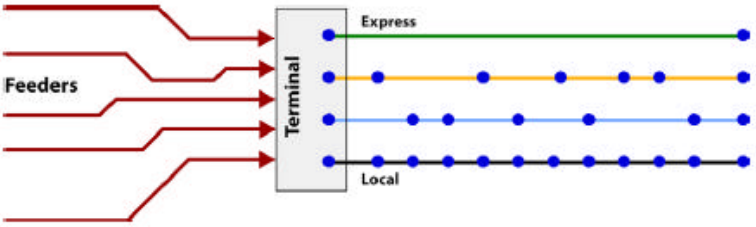
Waktu tempuh yang cepat sebagian dapat diperoleh dari frekuensi yang tinggi dimana *demand* sangat tersebar. Setelah memastikan jalur yang dibuat merupakan jalur yang paling sederhana, definisi lebih jauh dalam memberikan waktu tempuh yang cepat adalah mengurangi waktu transfer antara jalur di dalam jaringan tersebut. Perencanaan jaringan dan penjadwalan adalah perencanaan yang interdependen. Jaringan jalur-jalur transportasi memberikan gambaran spasial berupa garis-garis yang saling terhubung sedangkan perencanaan penjadwalan *(timetable)* memastikan jalur-jalur tersebut terhubung secara temporal (waktu).

3.6. Rute

3.6.1 *Local, Limited-stop (Skipped-stop),Express Services*

Suatu sistem *local service* artinya, sistem ini akan melayani setiap titik pemberhentian yang ada pada suatu koridor (rute). *Limited-Stop service* adalah jenis layanan yang memungkinkan dalam suatu perjalanan hanya berhenti di beberapa pemberhentian saja dengan tujuan mengurangi *travel time*. Misalnya dalam dua putaran, layanan berhenti sekali di halte 1, 3, 5, sedangkan berhenti dua kali di halte lainnya. Layanan ini memiliki kelemahan yaitu, kesulitan dalam manajemen operasional dan meningkatkan *waiting time* penumpang pada tempat pemberhentian yang dilewati tanpa berhenti. Selain mempercepat *travel time*, layanan ini juga mengurangi kepadatan di titik tertentu. Sementara *Express Services* adalah layanan yang hanya berhenti di tempat asal dan tempat tujuan. Layanan ini berfungsi sangat baik saat kebutuhan sangat tinggi terjadi antara dua titik, dan memiliki *travel time* paling rendah namun tidak dapat melayani penumpang yang harus berhenti diantara kedua titik tersebut. Perbandingan ketiga layanan tersebut diilustrasikan pada Gambar 3.9.

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



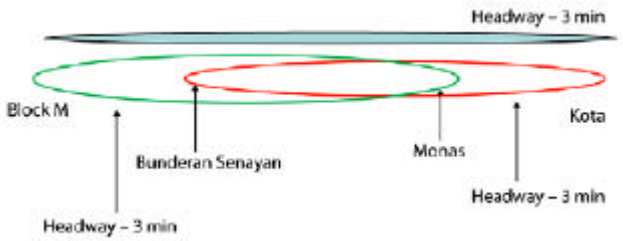
Gambar 3.9 *Local, Limited-stop (Skipped-stop), Express Services* (Wright, 2007)

3.6.2 *Shortened Route*

Suatu sistem memungkinkan untuk beberapa bus untuk berputar sebelum mencapai pemberhentian terakhir dengan tujuan menyesuaikan dengan *demand* yang berada hanya di pusat atau tengah. Dalam satu rute dapat terdiri dari beberapa bus yang beroperasi secara berbeda untuk meningkatkan efisiensi dibandingkan dengan semua bus yang beroperasi sama sepanjang rute tersebut.

Pilihan rute seperti ini memberikan penumpang frekuensi yang lebih tinggi juga mengurangi secara signifikan jumlah bus dan supir yang dibutuhkan untuk dapat mencapai frekuensi tersebut. Kekurangannya, akan meningkatkan kompleksitas dalam mengatur pergerakan dan mengurangi frekuensi pada daerah di luar pusat atau konsentrasi. Namun dengan perencanaan dan pengendalian yang baik, masalah tersebut dapat diatasi. Namun terkadang penumpang yang berharap layanan mencapai titik akhir yang diharapkan harus terpaksa melakukan transfer untuk mencapainya. Hal inilah yang mengurangi tingkat kepuasan penumpang.

Sebagai contoh, dapat kita lihat rute TransJakarta koridor Sudirman – Thamrin pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Rute TransJakarta koridor Sudirman – Thamrin (Wright, 2007)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.6.3 Pemilihan Desain Rute

Bentuk fisik rute akan bergantung pada jalan yang tersedia dan *demand*. Secara umum, ada empat bentuk, yaitu:

1. *Loop route*

Selain dapat memaksimalkan area jangkauan, *loop route* dapat efisien untuk meminimalisir duplikasi layanan dibandingkan dengan perjalanan"*out and back"*di koridor yang sama. *Loop route* memberikan pelayanan kepada penumpang sepanjang rute tersebut. Banyak penumpang yang juga lebih menyukai jenis rute ini. Bagaimanapun, tipe ini juga memiliki kekurangan yaitu membutuhkan waktu yang panjang untuk mencapai dari titik awal ke titik akhir.

2. *Straight roundtrip corridor*

Berbeda dengan *loop route,* tipe ini beroperasi secara "*out and back"* atau bolak-balik. Dengan kompleksitas yang lebih rendah, waktu yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit, meskipun jika dilihat dari *coverage area* tidak sebaik *loop route.*

3. *Combination of single corridor and loop route*

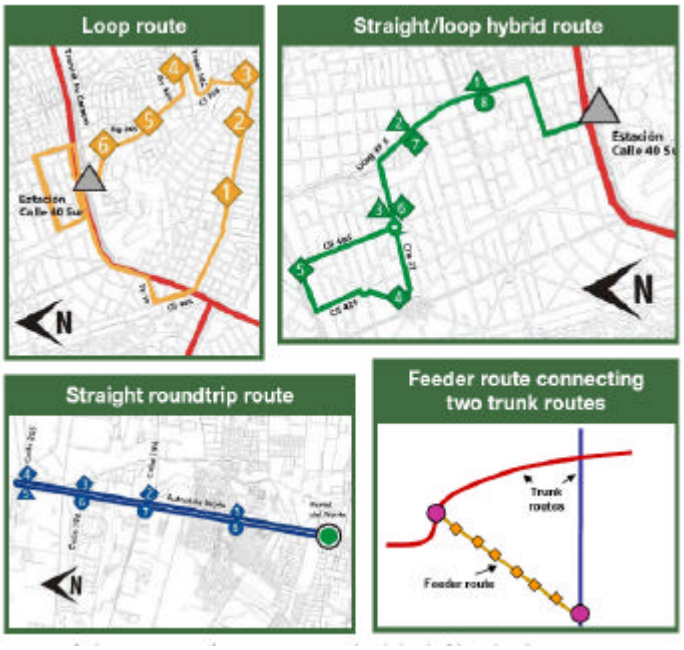
Sangat memungkinkan untuk menggabungkan kedua tipe di atas. Selain menjangkau seluruh area dengan *loop route*nya, penumpang yang berada di titik terdekat tidak perlu menunggu lama untuk menempuh perjalanan selanjutnya.

4. *Single corridor connecting two trunk corridors*

Mungkin struktur rute yang paling efektif adalah menggabungkan dua koridor. Dalam kasus ini, sistem beroperasi secara *straight-line* dengan alasan efisiensi

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

waktu, yang dihubungkan dengan beberapa *feeder*. Keempat tipe rute dapat dilihat dalam Gambar 3.11 di bawah ini.



Gambar 3.11 Tipe Rute (Wright, 2007)

3.7. Tempat Pemberhentian (Halte/*Shelter)*

Untuk menentukan tempat pemberhentian dapat dilihat berdasarkan data yang didapatkan dari Matriks Asal Tujuan (MAT), dan mendapatkan darimana saja *demand* berasal dan menuju kemana *demand* tersebut bergerak.

Hal lain yang harus diperhatikan disini adalah keputusan untuk menentukan tempat pemberhentian dengan mempertimbangkan hal-hal seperti kepadatan ruas jalan tersebut. Karena dengan membuat tempat pemberhentian di daerah padat, maka sistem transportasi tersebut telah berkontribusi menyebabkan kemacetan. Begitupula letaknya yang tidak boleh terlalu dekat dengan persimpangan, lampu merah, tikungan, tanjakan atau turunan dan sebagainya. Selain itu, jarak antara tempat pemberhentian juga harus diperhatikan. Jarak tersebut tidak terlalu dekat, karena akan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

meningkatkan *travel time* dan menurunkan efisiensi sistem transportasi, namun juga tidak terlalu jauh untuk berjalan dari titik pemberhentian ke tempat yang dituju oleh penumpang.

Aturan mengenai jarak yang disarankan untuk membuat tempat pemberhentian sudah dikeluarkan oleh Kementrian Transportasi Republik Indonesia. Jarak antara tempat pemberhentian dapat dilihat pada Tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1 Jarak antara Tempat Pemberhentian yang Disarankan

Zone	Land Using	Location	Distances between Bus Stop (m)
1.	Very Crowd center activity: shopping district	CBD, kota	200-300m
2.	Crowd: office, school, other service facility	Kota	300-400m
3.	Crowd: Settlement	Kota	300-400m
4.	Mixed crowd: Settlemet, school, other service faciity	Sub urban	300-500m
5.	Mixex sparse: settlemet, crop field, rice field, unused land.	Sub urban	500-1000m

3.8. Kapasitas Kendaraan

Sebelum menentukan kapasitas kendaraan yang juga akan menentukan kendaraan apa yang dibutuhkan dalam suatu sistem transportasi, perlu diketahui tujuan dari layanan yang akan dibuat. Tujuan layanan dapat dibagi menjadi tiga, *high capacity operation*, *high-speed operations* dan *rapid travel times*

High-speed operations sebenarnya dapat didesain untuk *high capacity* namun dalam banyak kasus, biasanya *demand* yang tinggi akan mennurunkan kecepatan kendaraan. Tujuan ini dapat dicapai dengan mengurangi jumlah pemberhentian. Seperti misalnya bis antar kota yang jaraknya jauh, namun secara langsung tanpa berhenti sehingga *travel time* menjadi rendah. Namun penumpang perlu berjalan atau menggunakan transportasi lain untuk benar-benar mencapai tujaun yang diinginkan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Untuk mencapai tujuan *rapid travel times*, pada umumnya penumpang tidak peduli dengan kapasitas maupun kecepatan kendaraan, yang ada di benak penumpang hanyalah berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perjalanan darimana mereka berasal ke tujuan.

Setelah menentukan tujuan dari sistem yang akan dibuat, maka dapat dipertimbangkan kapasitas kendaraan yang dibutuhkan. Kendaraan berkapasitas kecil cocok untuk sistem yang menempuh jarak dekat. Dengan kapasitas kecil, penumpang yang naik atau turun menjadi lebih sedikit sehingga tidak perlu terlalu lama berhenti untuk menaikkan atau menurunkan penumpang. Jumlah kendaraan berkapasitas kecil biasanya dibutuhkan banyak untuk tetap dapat memberikan layanan kepada seluruh penumpang, di sisi lain, hal ini akan meningkatkan biaya operasional yaitu supir dan biaya bahan bakar. Sementara kendaraan dengan kapasitas besar cocok untuk menempuh jarak jauh dengan sedikit pemberhentian. Akan sangat tidak efektif jika kendaraan berkapasitas besar hanya digunakan untuk jarak pendek, disamping fleksibilitasnya yang juga rendah.

Jenis kendaraan yang dibutuhkan, ukuran dan kapsitasnya dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kapasitas Kendaraan (Wright, 2007)

Vehicle type	**Vehicle length** (metres)	**Capacity** (passengers per vehicle)
Bi-articulated	24	240 – 270
Articulated	18.5	120 – 170
Standard	12	60 – 80
Mini-bus	6	25 – 35

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Objek Penelitian

Objek yang diteliti adalah pola pergerakan internal di Universitas Gadjah Mada. Penelitian ini dilakukan untuk mencari rute dan tempat pemberhentian yang paling baik, penjadwalan dan jumlah bus yang dibutuhkan untuk dapat melayani mahasiswa dan civitas akademika Universitas Gadjah Mada.

4.2 Data dan Sumber Data

Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah:

1. Data pergerakan internal di UGM berupa Matriks Asal dan Tujuan *(Origin-Destination Matrix)*
2. Data pergerakan dalam bentuk garis keinginan Universitas Gadjah Mada
3. Data jadwal aktivitas kampus (jam masuk, jam istirahat dan jam pulang)
4. Jumlah mahasiswa aktif tiap fakultas di Universitas Gadjah Mada.
5. Lokasi fasilitas transportasi umum yang melintas di wilayah kampus UGM

4.3 Metode Pengumpulan Data

Beberapa cara yang digunakan untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam penelitian antara lain:

1. Pengumpulan Referensi

Pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran terhadap berbagai literatur yang sesuai dengan materi dari penelitian ini, yang antara lain mengumpulkan data-data pergerakan internal kampus serta mengumpulkan data pendukung berupa referensi-referensi dari penelitian sejenis yang telah dilakukan sebelumnya.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2. Wawancara

Melakukan diskusi dengan pihak Direktorat Pengelolaan dan Pemeliharaan Aset (DPPA) UGM mengenai perencanaan transportasi internal kampus, juga dengan Direktorat Administrasi Akademik (DAA) untuk mendapatkan jumlah mahasiswa aktif dan jadwal perkuliahan di UGM.

3. Observasi

Data waktu didapatkan melalui observasi langsung agar didapatkan hasil yang riil.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.4 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan selama penelitian berlangsung adalah :

1. SATURN 10.6 (Simulation and Assignment of Traffic to Urban Road Network)
2. Microsoft Excel
3. Microsoft Visio
4. Coreldraw
5. Alat pencatat data (lembar pengamatan, alat tulis)

4.5 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahap-tahap di bawah ini:

1. Pemetaan *demand* (Persebaran Mahasiswa)

Demand dalam penenlitian ini dibagi menjadi *demand* primer dan *demand* sekunder. *Demand* primer yang dimaksud adalah mahasiswa aktif D3 dan S1 Universitas Gadjah Mada, sedangkan *demand* sekunder adalah mahasiswa selain mahasiswa S1 dan D3. Selain melihat zona tarikan dan bangkitan yang ada, dengan melihat jumlah mahasiswa aktif di setiap fakultas, maka dapat ditentukan titik-titik mana saja yang efektif untuk dijadikan titik pemberhentian.

2. Perhitungan Volume Perjalanan berdasarkan MAT

Berdasarkan data MAT yang menunjukkan volume perjalanan dalam sehari dari satu zona ke zona lainnya di dalam wilayah UGM, dapat dilakukan perhitungan volume perjalanan pada setiap ruas jalan, sehingga dapat diketahui kepadatan setiap ruas jalan yang ada.

3. Pemetaan Sarana Transportasi Eksternal yang Bersinggungan

Untuk mewujudkan suatu layanan transportasi yang terintegrasi, maka layanan transportasi internal harus terhubung dengan layanan transportasi eksternal sebagai *feeder* (pembawa *demand*), dalam hal ini adalah TransJogja.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4. Penentuan Titik Pemberhentian

Penentuan titik-titik pemberhentian dilakukan dengan pertimbangan lokasi dimana *demand* terkonsentrasi juga letak sarana transportasi eksternal (*Shelter* TransJogja).

5. Pembuatan Rute-rute Alternatif

Setelah menentukan titik-titik pemberhentian, maka dapat ditentukan rute atau jalur-jalur yang harus dilewati. Volume perjalanan pada setiap ruas jalan juga digunakan dalam menentukan frekuensi kendaraan umum yang akan melewati jalur tersebut.

6. Perhitungan *Demand Flow*

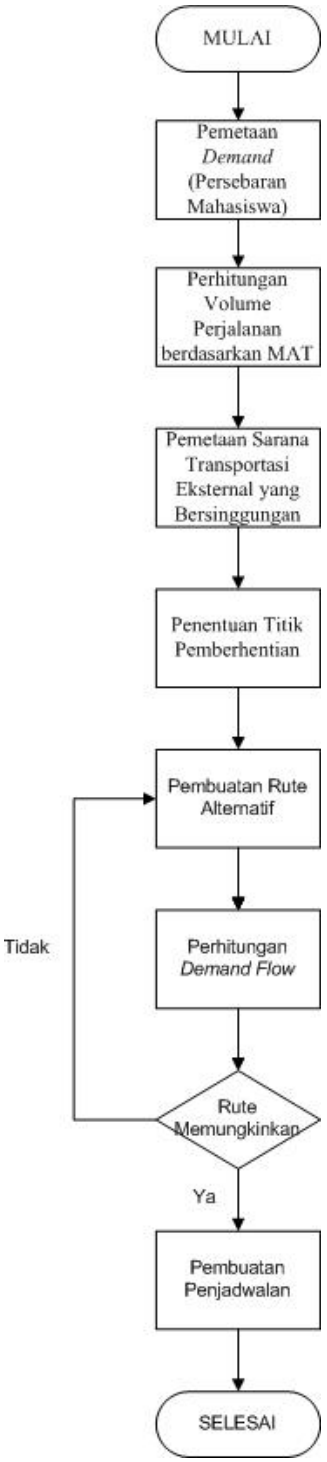
Berdasarkan rute yang telah dibuat, dilakukan penilaian dengan memodelkan jaringan rute tersebut dengan *software* SATURN yang akan menunjukkan *demand flow*. *Demand flow* akan menunjukkan seberapa banyak *demand* yang melintasi suatu jalur, sehingga dapat dilihat jalur tersebut sudah menjadi jalur pilihan bagi penumpang atau tidak. Jika rute tersebut telah memiliki *demand flow*, maka rute tersebut dapat direkomendasikan sebagai rute alternatif.

7. Pembuatan penjadwalan

Setelah melihat *demand flow* maka dapat ditentukan frekuensi layanan sesuai *headway* yang diinginkan. Untuk layanan internal kampus, *headway* yang disarankan adalah antara 15 – 30 menit.

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Persebaran *Demand*

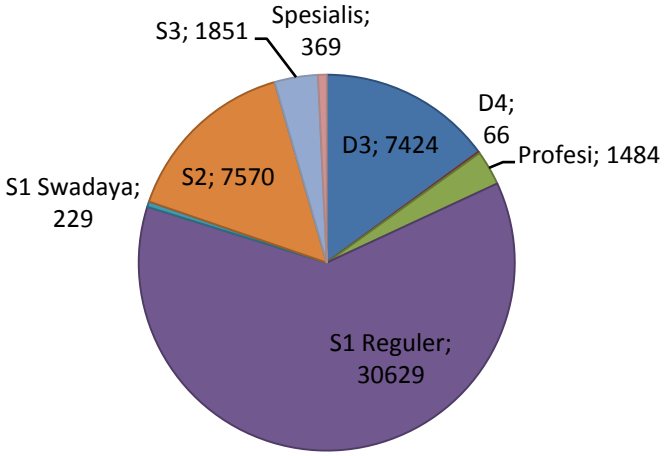
Kampus Universitas Gadjah Mada (UGM) berdiri di atas lahan seluas 671.174 m^2. Jumlah mahasiswa aktif pada tahun ajaran 2011/2012 adalah 49.622 mahasiswa, yang terdiri dari mahasiswa S1, S2, S3, D3/Vokasi,dan profesi (termasuk D4 dan S1 Swadaya yang kini sudah ditiadakan). Kebijakan pembatasan kendaraan bermotor pribadi di lingkungan kampus mulai diterapkan pada mahasiswa S1 dan D3 tahun ajaran 2011/2012 dan seterusnya. Layanan *shuttle* di kampus UGM diharapkan dapat mengakomodasi kebutuhan seluruh mahasiswa UGM. Proporsi jumlah mahasiswa UGM berdasarkan jenjang studi dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan Gambar 5.1.

Tabel 5.1 Proporsi jumlah mahasiswa UGM berdasarkan jenjang studi (DAA-UGM, 2011)

Jenjang Studi	Jumlah
D1	0
D2	0
D3	7424
D4*)	66
Profesi	1484
S1 Reguler	30629
S1 Swadaya*)	229
S2	7570
S3	1851
Spesialis	369
JUMLAH	**49622**

*) Sudah ditiadakan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 5.1 Proporsi Jumlah Mahasiswa UGM Berdasarkan Jenjang Studi (DAA-UGM, 2011)

Jumlah ini tersebar dalam 18 fakultas yang akan dipetakan berdasarkan jenjang studi. Hal ini dilakukan untuk dapat melihat persebarannya di wilayah kampus UGM, sehingga dapat terlihat daerah-daerah mana yang menjadi *daerah bangkitan*, atau darimana mahasiswa akan melakukan perjalanan, juga *daerah tarikan* atau daerah tujuan mahasiswa melakukan perjalanan. Hal ini akan menjadi salah satu pertimbangan penting dalam menentukan rute dan titik-titik pemberhentian.

Mahasiswa S1 dan D3 akan menjadi fokus layanan ini karena kebijakan pembatasan kendaraan bermotor akan diterapkan pada mahasiswa tingkat S1 dan D3. Oleh karena itu, *shuttle* harus dapat mengakomodasi perjalanan paling tidak untuk mahasiswa S1 dan D3. Meskipun pada umumnya *shuttle* akan melayani seluruh civitas akademika universitas UGM. Apalagi dalam jangka panjang pembatasan kendaraan akan diterapkan untuk seluruh civitas akademika di seluruh kawasan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

kampus. Persebaran mahasiswa S1 dan D3 dapat dilihat pada Tabel dan Gambar 5.2 dibawah ini.

Tabel 5.2 *Demand* Primer, Mahasiswa S1 dan D3 (DAA-UGM, 2011)

FAKULTAS	S1	D3	TOTAL
Fakultas Biologi	773		773
Fakultas Ekonomika dan Bisnis	2000	1739	3739
Fakultas Farmasi	850		850
Fakultas Filsafat	288		288
Fakultas Geografi	1108	284	1392
Fakultas Hukum	1509	326	1835
Fakultas Kedokteran Gigi	715		715
Fakultas Kedokteran Hewan	714	283	997
Fakultas Kehutanan	1020	269	1289
Fakultas Kedokteran Umum	1601	292	1893
Fakultas MIPA	2659	793	3452
Fakultas Pertanian	2865	305	3170
Fakultas Psikologi	917		917
Fakultas Peternakan	981		981
Fakultas Ilmu Budaya	2131	453	2584
Fakultas ISIPOL	3113	511	3624
Fakultas Teknik	6114	2169	8283
Fakultas Teknologi Pertanian	1271		1271
JUMLAH	30629	7424	38053

Demand primer yang harus terlayani oleh *shuttle* ini kurang lebih sejumlah 38.053 mahasiswa atau mahasiswa S1 dan D3. Persebaran *demand* primer dapat dilihat pada Gambar 5.2.

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 5.2 *Demand* Primer, Mahasiswa S1 dan D3

Di samping itu, untuk menjadi layanan transportasi internal yang optimum, *shuttle* harus dapat melayani seluruh *demand* yang ada. Oleh karena itu, jumlah mahasiswa selain S1 dan D3 yang terdiri dari mahasiswa S2, S3, profesi dan spesialis juga perlu dipetakan sebagai *demand* sekunder. Persebaran *demand* sekunder dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan Gambar 5.3.

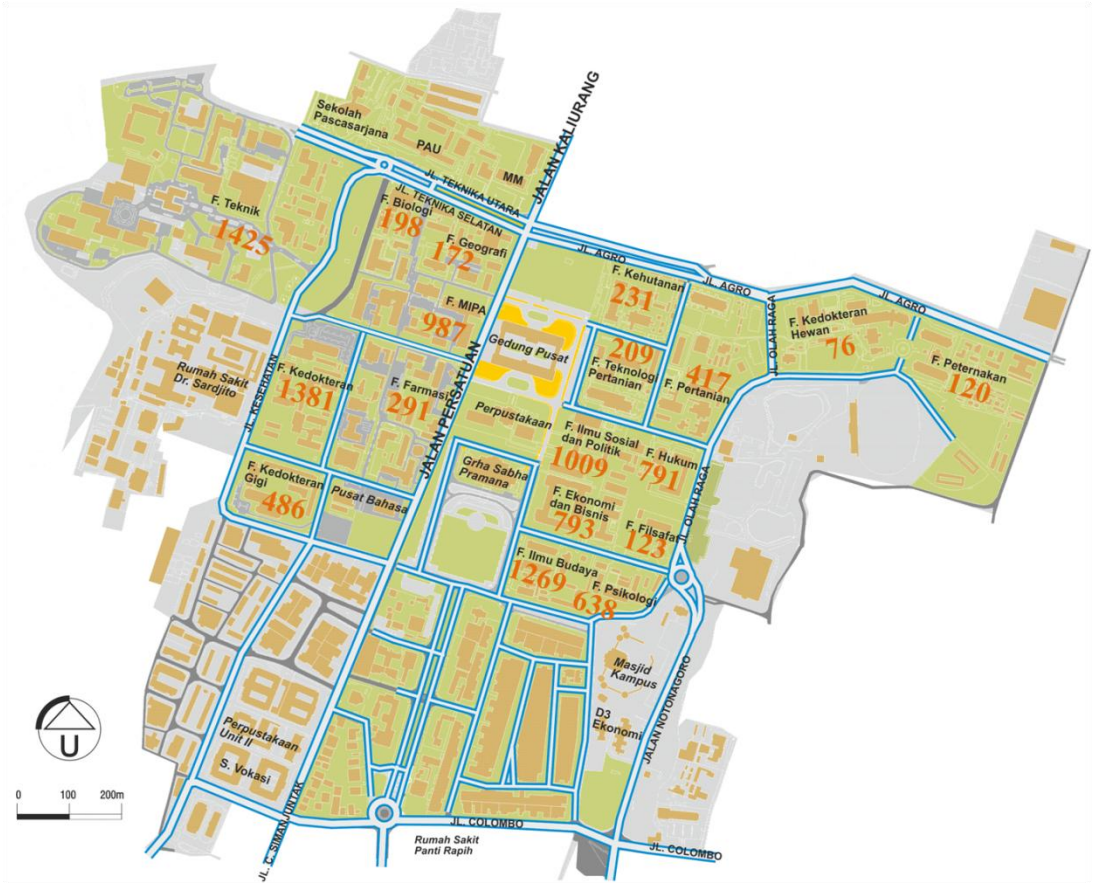
UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 5.3 *Demand* Sekunder, Mahasiswa S2, S3, Profesi dan Spesialis (DAA-UGM, 2011)

FAKULTAS	S2	S3	Profesi	Spesialis	TOTAL
Fakultas Biologi	113	85			198
Fakultas Ekonomi	459	96	238		793
Fakultas Farmasi	24	38	229		291
Fakultas Filsafat	48	75			123
Fakultas Geografi	124	48			172
Fakultas Hukum	714	77			791
Fakultas Ilmu Budaya	1044	225			1269
Fakultas ISIPOL	768	241			1009
Fakultas Kedokteran Umum	658	112	418	193	1381
Fakultas Kedokteran Gigi	37	25	248	176	486
Fakultas Kedokteran Hewan	55	21	351		427
Fakultas Kehutanan	176	55			231
Fakultas MIPA	738	249			987
Fakultas Pertanian	262	155			417
Fakultas Peternakan	63	57			120
Fakultas Psikologi	562	76			638
Fakultas Teknologi Pertanian	150	59			209
Fakultas Teknik	1268	157			1425
Magister Manajemen	307				307
JUMLAH	7570	1851	1484	369	11274

Demand sekunder yang harus terlayani oleh *shuttle* ini kurang lebih sejumlah 11.274 mahasiswa atau mahasiswa S2, S3, profesi dan spesialis. Persebaran *demand* primer dapat dilihat pada Gambar 5.3.

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

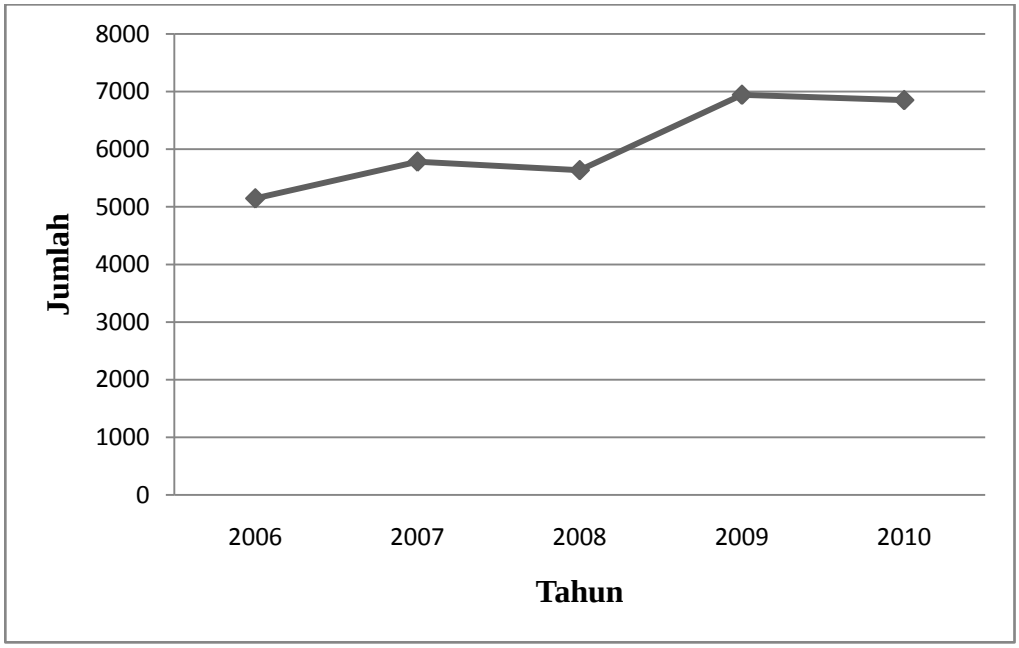


Gambar 5.3 *Demand* Sekunder, Mahasiswa S2, S3, Profesi dan Spesialis

Prediksi *demand* ini untuk masa yang akan datang sangat dipengaruhi oleh kebijakan yang dikeluarkan pihak rektorat khususnya dalam hal penerimaan mahasiswa baru dan jumlah kelulusan mahasiswa setiap tahunnya. Hal ini dikarenakan jumlah mahasiswa yang berjumlah besar bersifat sangat dinamis (berubah-ubah setiap tahun) dibandingkan dengan perubahan jumlah dosen dan karyawan. Selain itu jumlah dosen dan karyawan (termasuk penghuni) hanya 8.05% dari jumlah total populasi kampus UGM.

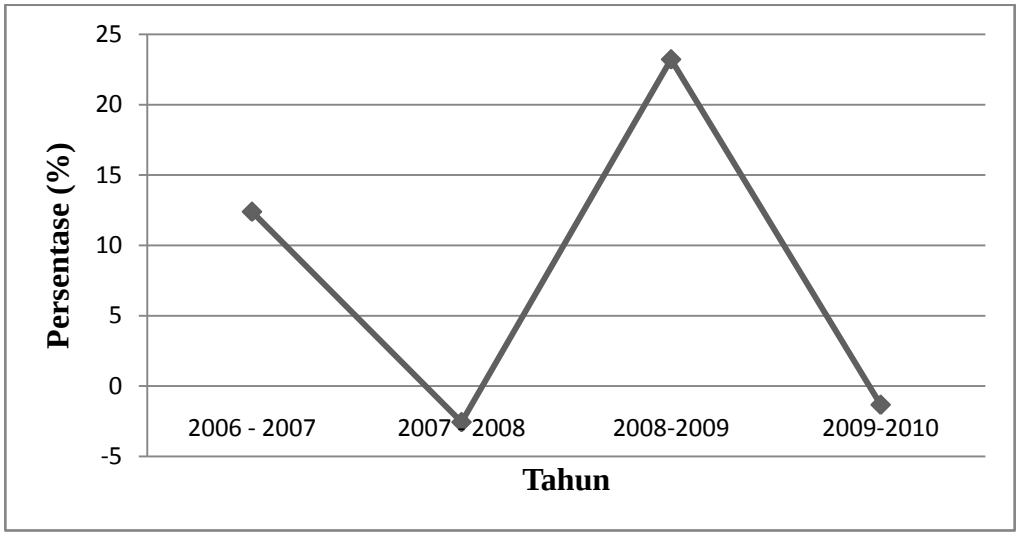
Dari tahun ke tahun penerimaan mahasiswa baru cenderung mengalami peningkatan. Jumlah penerimaan mahasiswa baru selama tahun 2006 – 2010 dapat dilihat pada Gambar 5.4.

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 5.4 Jumlah Penerimaan Mahasiswa 2006 – 2010

Presentase kenaikan jumlah mahasiswa baru yang diterima fluktuatif dari tahun ke tahun. Fluktuasi jumlah mahasiswa baru yang diterima dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.5 Persentase Kenaikan Jumlah Penerimaan Mahasiswa 2006 – 2010

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.2 Pergerakan Internal Universitas Gadjah Mada

5.2.1 Matriks Asal Tujuan dan Garis Keinginan *(Desire Line)*

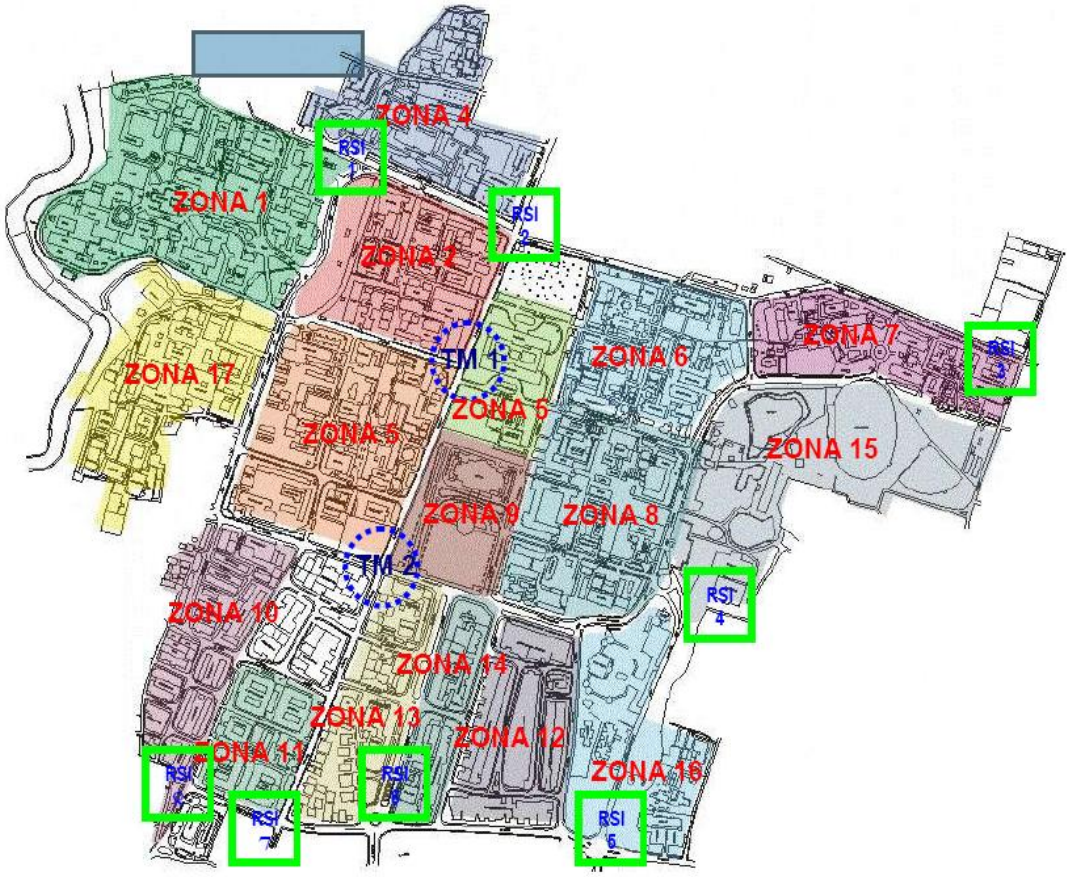
Dalam suatu penelitian transportasi, biasanya wilayah penelitian terbagi dalam beberapa zona (PUSTRAL, 2005). Dalam penelitian yang dilakukan di Universitas Gadjah Mada, wilayah penelitian terbagi dalam 17 (tujuh belas) zona. Pembagian zona tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan Gambar 5.6.

Tabel 5.4 Pembagian Zona Universitas Gadjah Mada (PUSTRAL, 2005)

No.	Zona	Wilayah
1	Zona 1	Fakultas Teknik
2	Zona 2	Fakultas Biologi, Geografi, MIPA
3	Zona 3	Fakultas Kedokteran, Kedokteran Gigi dan Farmasi
4	Zona 4	Magister Manajemen
5	Zona 5	Gedung Pusat
6	Zona 6	Fakultas Kehutanan, Teknologi Pertanian
7	Zona 7	Fakultas Kedokteran Hewan dan Peternakan
8	Zona 8	Fakultas Hukum, Sospol dan Ekonomi
9	Zona 9	Grha Sabha Pramana
10	Zona 10	Perumahan Sekip
11	Zona 11	D3 Sipil, D3 Elektro, Kedokteran Hewan dan Pertanian
12	Zona 12	Perumahan Bulaksumur
13	Zona 13	KOPMA, BNI, Balairung, PPTIK
14	Zona 14	University Center, Guesthouse 1 & 2, LPM
15	Zona 15	Lembah UGM dan Lapangan Pancasila
16	Zona 16	Mesjid Kampus, D3 Ekonomi dan Apartemen S2
17	Zona 17	RS Sardjito

Pola pergerakan dalam sistem transportasi sering dijelaskan dalam bentuk arus pergerakan (kendaraan, penumpang dan barang) yang bergerak dari zona asal ke zona tujuan di dalam daerah tertentu dan selama periode waktu tertentu.

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 5.6 Pembagian Zona Universitas Gadjah Mada (PUSTRAL, 2005)

Matriks Pergerakan atau Matriks Asal-Tujuan (MAT) sering digunakan oleh perencana transportasi untuk menggambarkan pola pergerakan tersebut. MAT di wilayah kampus UGM yang dinyatakan dalam jumlah perjalanan per hari, dapat dilihat pada Tabel 5.5.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 5.5 Matriks Asal Tujuan (PUSTRAL, 2005)

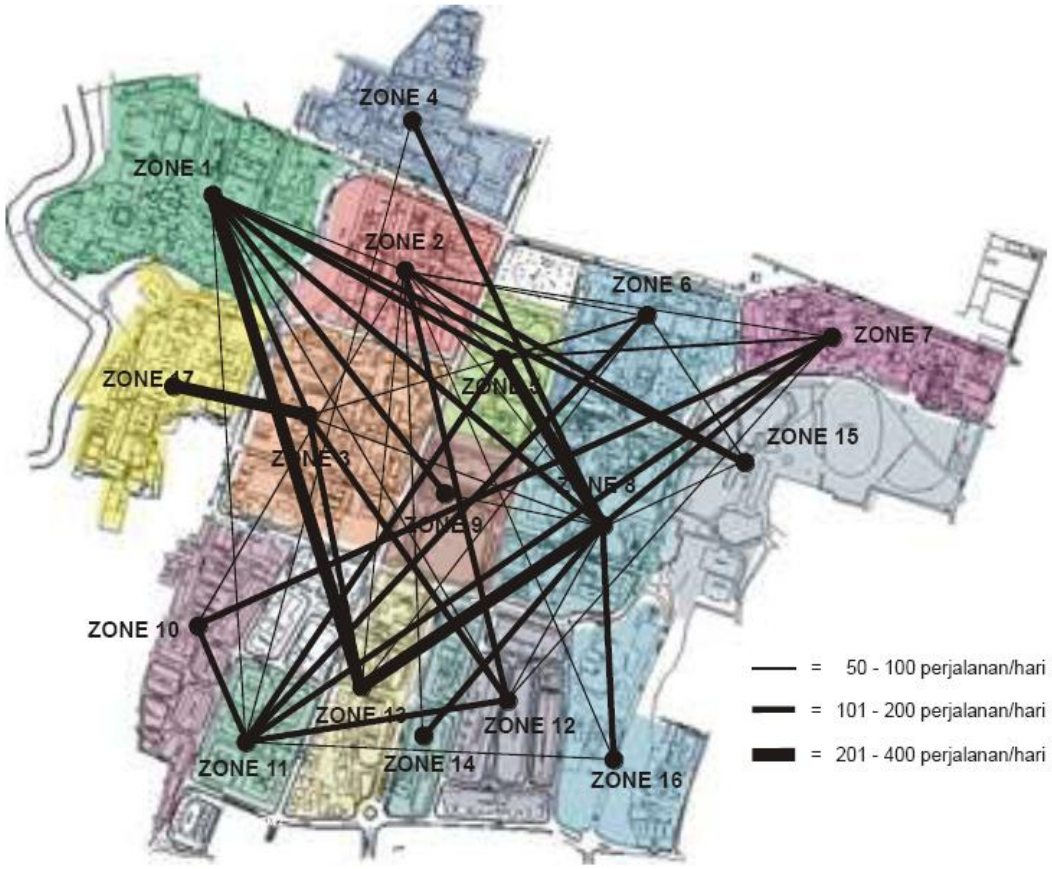
		Tujuan																
		Z 1	Z 2	Z 3	Z 4	Z 5	Z 6	Z 7	Z 8	Z 9	Z 10	Z 11	Z 12	Z 13	Z 14	Z 15	Z 16	Z 17
Asal	Z 1	0	2	65	33	98	2	33	65	101	2	97	65	198	33	99	2	2
	Z 2	76	0	2	39	76	38	2	38	39	75	2	114	77	77	115	76	38
	Z 3	37	2	0	2	72	2	2	36	2	36	2	107	109	37	2	37	250
	Z 4	2	2	2	0	5	2	2	5	2	2	2	2	5	2	2	5	2
	Z 5	15	6	6	2	0	6	6	15	2	6	10	2	15	2	2	10	6
	Z 6	39	39	39	2	116	0	2	39	2	39	115	39	78	2	78	2	2
	Z 7	2	67	2	2	101	2	0	34	2	99	34	68	2	35	2	35	2
	Z 8	50	50	50	101	199	1	100	0	153	1	1	50	352	101	51	150	1
	Z 9	2	2	2	2	3	2	2	2	0	3	2	2	2	2	2	4	2
	Z 10	6	2	2	2	6	2	2	6	2	0	6	2	6	2	2	6	2
	Z 11	2	2	2	98	98	2	98	2	2	96	0	97	2	2	2	98	2
	Z 12	6	6	6	6	15	2	2	15	2	6	6	0	15	2	2	15	2
	Z 13	6	2	6	2	6	2	6	10	2	6	2	6	0	6	2	6	2
	Z 14	6	2	2	2	6	2	2	2	2	2	2	6	15	0	2	2	2
	Z 15	2	2	2	2	2	2	5	5	2	5	5	2	2	2	0	2	2
	Z 16	6	2	6	2	6	2	6	10	2	2	2	6	6	2	6	0	6
	Z 17	9	2	74	2	9	2	2	9	2	9	2	9	10	9	2	2	0

Selain menggunakan bentuk matriks, pola pergerakan dapat juga dinyatakan dengan bentuk lain secara grafis yang biasa disebut Garis Keinginan *(desire line)*. Nama ini diberikan karena pola pergerakan selain mempunyai dimensi jumlah pergerakan, juga mempunyai dimensi spasial (ruang) yang lebih mudah digambarkan secara grafis.

Keuntungan bentuk matriks adalah dapat diketahuinya secara tepat arus pergerakan antarzona yang terjadi, tetapi tidak diketahui gambaran arah atau orientasi pergerakan tersebut. Hal ini dapat diatasi dengan bantuan garis keinginan yang menunjukkan gambaran pergerakan yang terjadi, meskipun ada juga kelemahannya berupa kurang presisinya informasi arus pergerakan yang hanya dinyatakan dengan tebal garis keinginan.

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

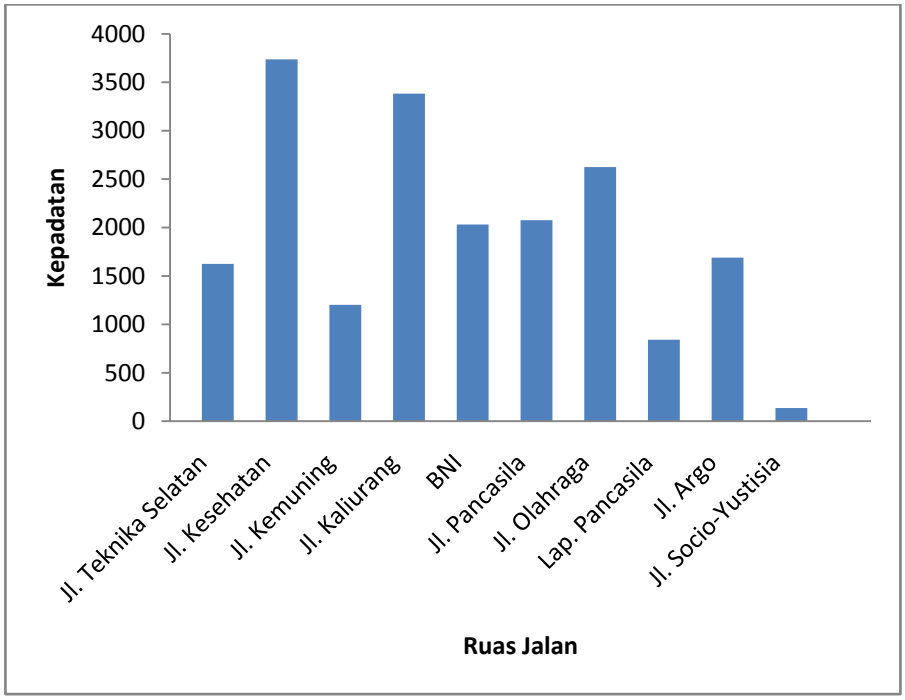
Berdasarkan MAT yang telah ada, dapat dibuat garis keinginan yang menunjukkan volume dan arah pergerakan di kampus UGM. Gambar garis keinginan dapat dilihat pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Garis Keinginan Wilayah Kampus UGM (PUSTRAL, 2005)

Berdasarkan informasi yang tersedia, kita dapat mengetahui pola perjalanan dari dan menuju zona, sehingga kita dapat memprediksi rute perjalanannya, berdasarkan jalan terdekat dan tidak melawan arus *one way*. Berdasarkan prediksi rute tersebut, kita dapat mengetahui ruas-ruas jalan yang ‘gemuk’ dan ‘kurus’ berdasarkan volume perjalanan yang melewatinya. Kepadatan ruas jalan berdasarkan perjalanan internal yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 5.8.

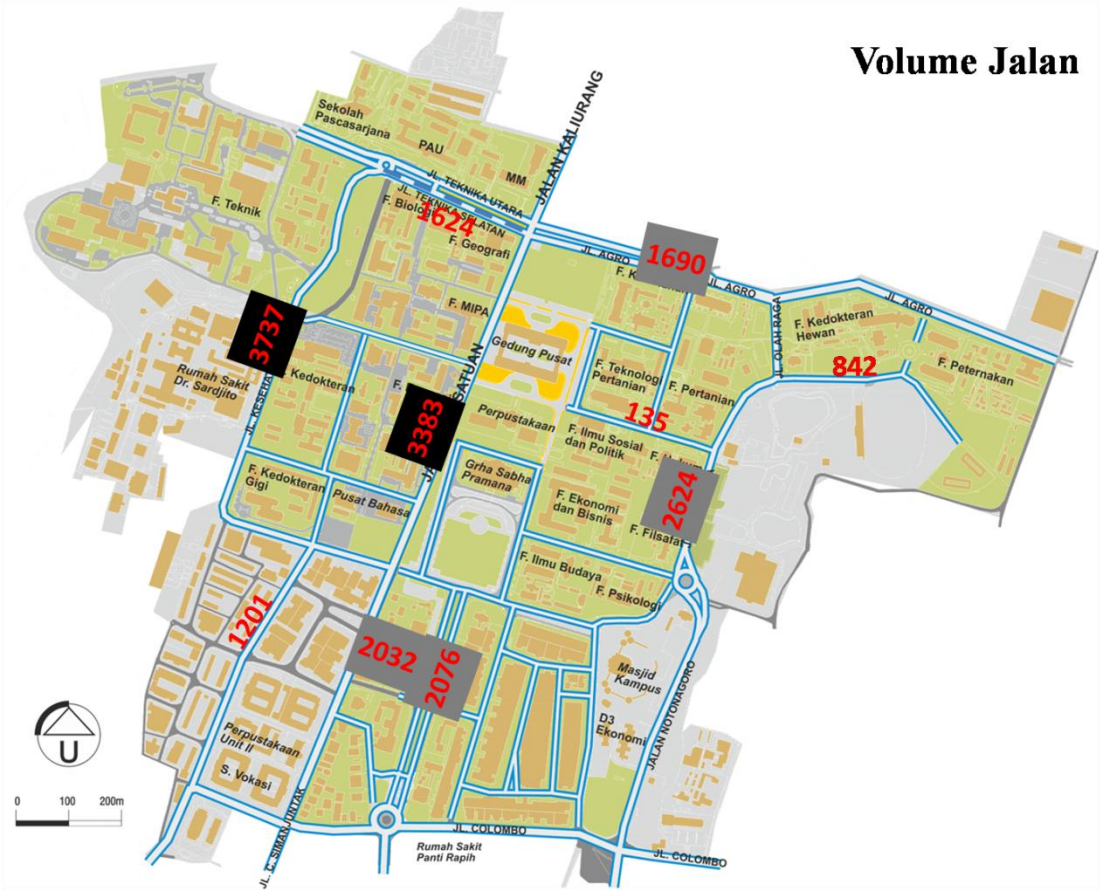
UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 5.8 Volume Perjalanan di Setiap Ruas Jalan

Informasi tersebut dapat menjadi pertimbangan untuk menentukan frekuensi atau seberapa sering *shuttle* tersebut melintas untuk dapat memenuhi *demand* perjalanan. Dapat disimpulkan bahwa Jl. Kesehatan merupakan ruas yang paling sering dilintasi untuk menuju ke zona tujuan dengan jumlah 3.737 perjalanan/hari, diikuti oleh Jl. Kaliurang 3.383 perjalanan/hari. Jalur ini merupakan kategori jalur 'gemuk' yang membutuhkan frekuensi kedatangan *shuttle* lebih dibandingkan ruas jalan lainnya. Namun dengan pertimbangan lainnya seperti kepadatan alami *(traffic)* dan aktivitas yang berlangsung di daerah tersebut. Volume perjalanan di setiap ruas jalan dapat dilihat pada Gambar 5.9.

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

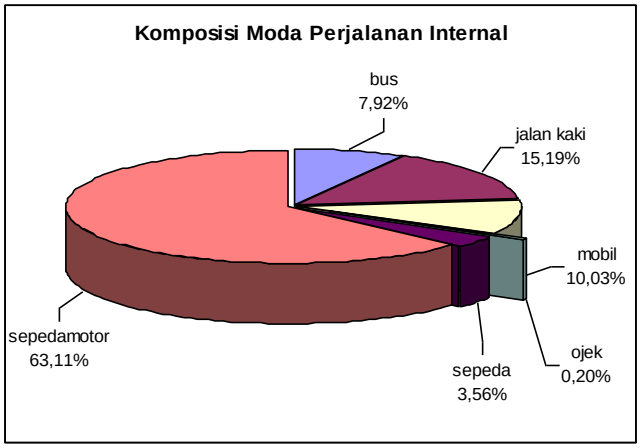


Gambar 5.9 Volume Perjalanan di Setiap Ruas Jalan

5.2.2 Moda Transportasi Internal

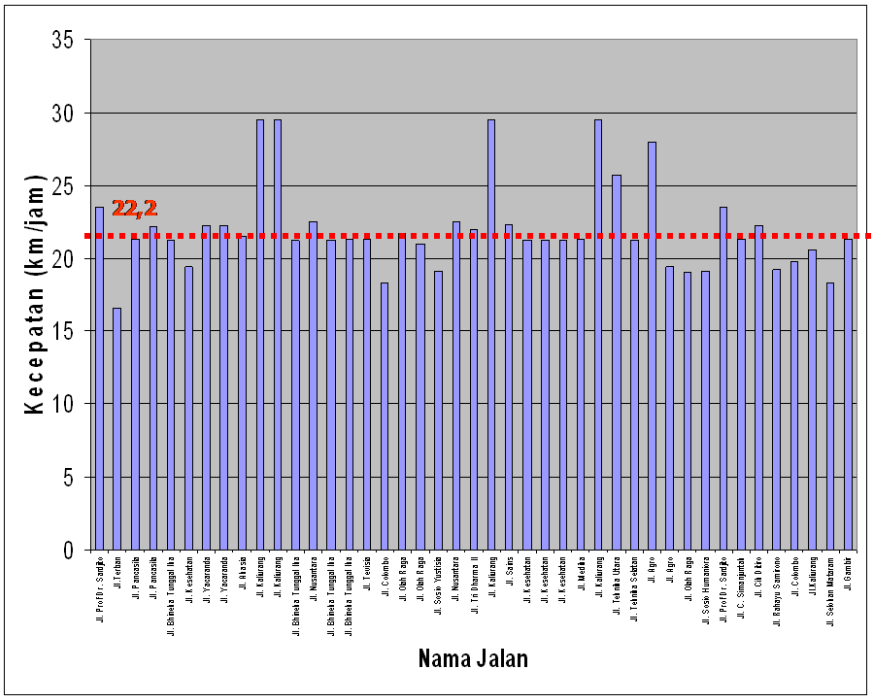
Dari penelitian yang pernah dilakukan, komposisi moda perjalanan internal didominasi sepeda motor 63%, mobil 10%, bus 8%, sepeda dan pejalan kaki 19%. Dapat dilihat bahwa kecenderungan untuk menggunakan kendaraan bermotor pribadi masih sangat tinggi. Layanan transportasi internal kampus diharapkan dapat menjadi pilihan moda transportasi yang akan digunakan oleh mahasiswa maupun staff Universitas Gadjah Mada dalam beberapa tahun mendatang. Diagram komposisi moda transportasi internal dapat dilihat pada Gambar 5.10.

Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 5.10 Komposisi Moda Transportasi Internal (PUSTRAL, 2005)

Grafik kecepatan rata-rata di wilayah UGM dan sekitarnya dapat dilihat pada Gambar 5.11.



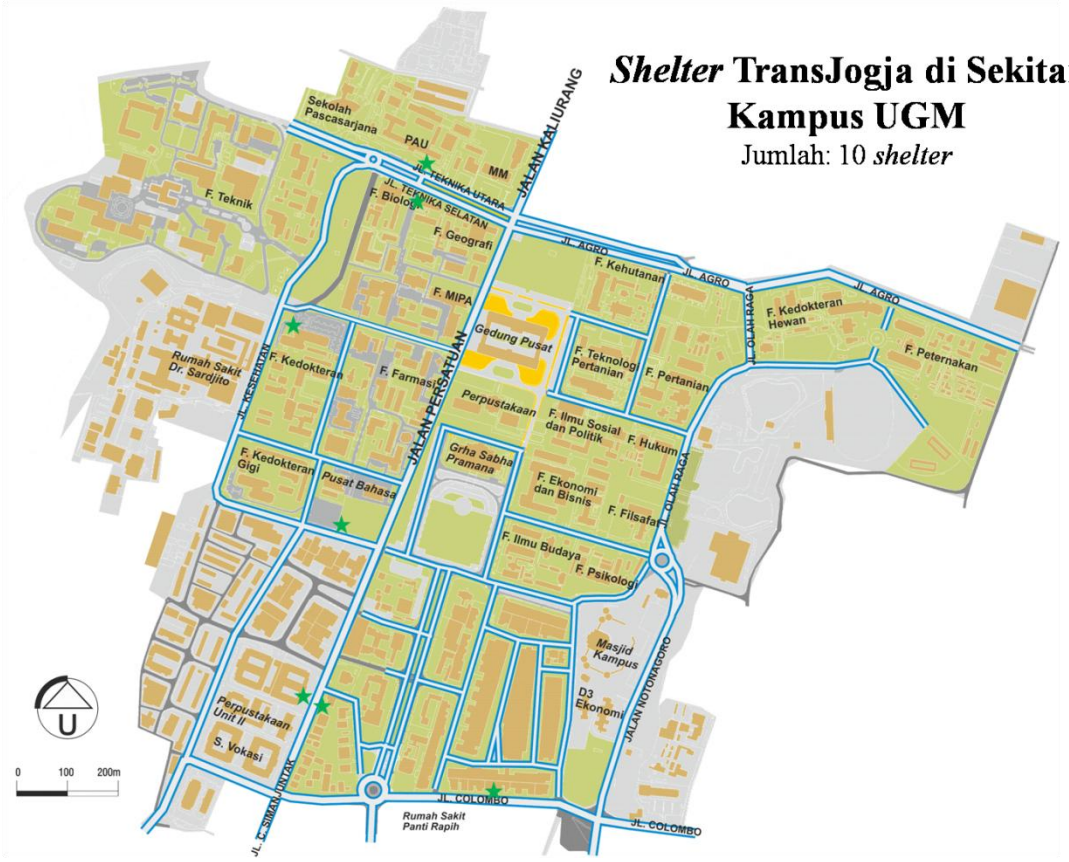
Gambar 5.11 Kecepatan Rata-rata di Wilayah UGM dan Sekitarnya (PUSTRAL, 2005)

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.3 Penentuan Titik Pemberhentian

5.3.1 Integrasi dengan Layanan Transportasi Umum Eksternal

Universitas Gadjah Mada dilalui oleh beberapa trayek bus kota dan TransJogja. Bus kota dapat menaikkan dan menurunkan penumpang dimana saja, sehingga yang perlu dipetakan adalah tempat-tempat pemberhentian TransJogja yang berada di lingkungan kampus untuk kemudahan *accessibility* dan kenyamanan mahasiswa, juga sebagai salah satu usaha dalam membuat sistem transportasi yang terintegrasi. *Shelter*TransJogja yang berada di lingkungan kampus Universitas Gadjah Mada dapat dilihat pada Gambar 5.12.



Gambar 5.12 *Shelter* TransJogja yang Berada di Lingkungan Kampus UGM

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.3.2 Penentuan Lokasi Pemberhentian berdasarkan Konsentrasi *Demand*

Berdasarkan Matriks Asal Tujuan dan *desire line* yang ada, maka kita telah mengetahui informasi volume dan arus pergerakan yang terjadi dari satu zona ke zona lainnya di dalam lingkungan kampus. Dari matriks tersebut dapat dilihat bahwa pola perjalanan internal antar zona yang besar adalah perjalanan dari zona 8 (Fakultas Ekonomika dan Bisnis, Fakultas Hukum, Fakultas ISIPOL) ke zona 13 (Kopma, Gelangang Mahasiswa) sebanyak 352 perjalanan per-hari, diikuti oleh perjalanan dari zona 3 (Fakultas Kedokteran, Farmasi, Kedokteran Gigi) ke zona 17 (RS Sardjito) sebanyak 250 perjalanan/hari. Perjalanan dari zona 3 ke zona 17 dan sebaliknya dapat diabaikan karena jarak yang memungkinkan untuk ditempuh dengan berjalan kaki. Sehingga dapat kita simpulkan bahwa jumlah perjalanan terbanyak berasal dari zona 8 (Fakultas Ekonomika dan Bisnis, Fakultas Hukum, Fakultas ISIPOL) yaitu 1411 perjalanan/hari. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa di zona ini banyak melakukan perjalanan ke zona lainnya dalam lingkungan kampus sehingga potensial untuk dibuat tempat pemberhentian. Zona 8 merupakan salah satu zona bangkitan, atau darimana perjalanan berasal.

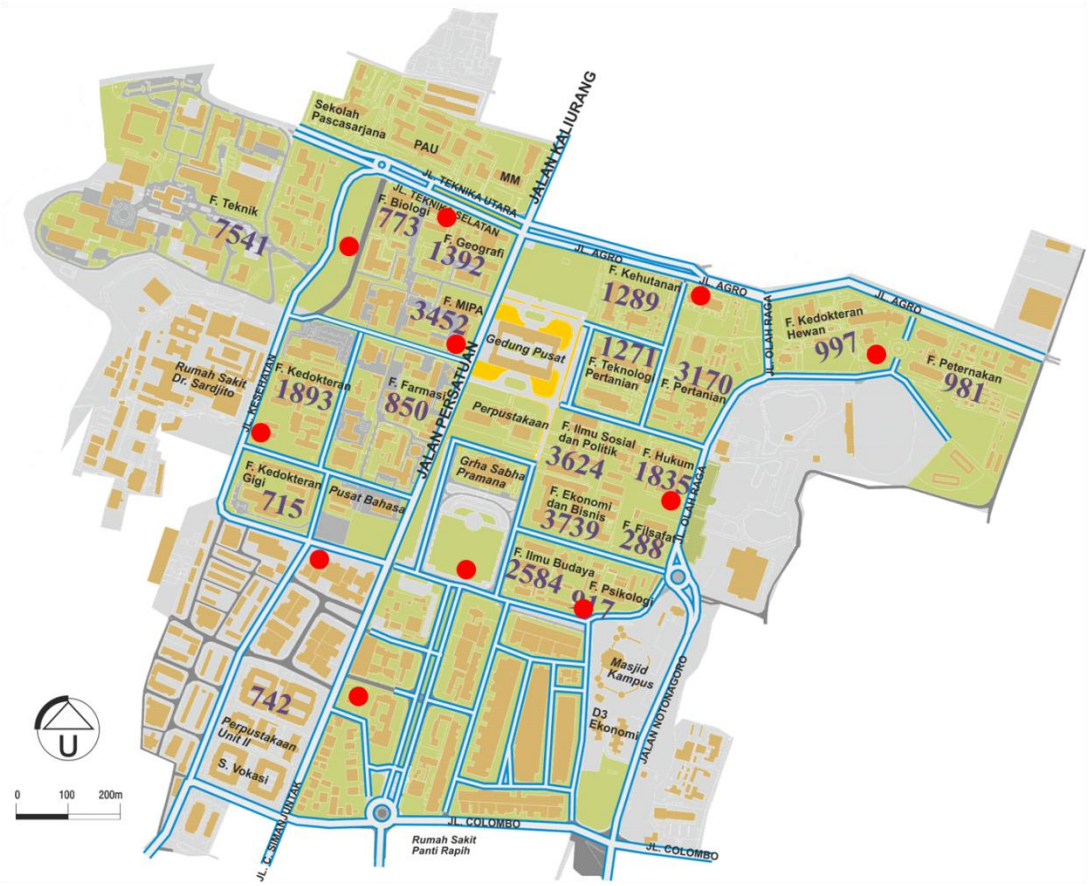
Demikian pula untuk pusat-pusat kegiatan mahasiswa yang menjadi tujuan perjalanan. Dari matriks, perjalanan paling banyak adalah menuju zona 13 (Kopma, Gelangang Mahasiswa) sebesar 894 perjalanan/hari karena zona ini merupakan salah satu pusat kegiatan mahasiswa. Zona 13 adalah salah satu zona tarikan atau tempat tujuan mahasiswa melakukan perjalanan.

Zona-zona tarikan dan bangkitan tersebut dapat menjadi tempat potensial untuk dijadikan titik pemberhentian *shuttle*. Semakin banyak titik pemberhentian, semakin tinggi aksesibilitas penumpang untuk dapat naik atau turun di tempat yang diinginkan. Namun terlalu banyak titik pemberhentian menurukan efisiensi dari segi biaya juga memperlambat *travel time* atau waktu perjalanan karena membutuhkan

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

waktu berhenti yang lebih sering. Berdasarkan ketentuan dari Kementrian Transportasi, jarak antar *shelter*yang disarankan di daerah kampus adalah 300 m.

Berdasarkan persebaran *demand* yang telah dipetakan di wilayah kampus, maka dapat dicari titik-titik efisien untuk dijadikan tempat pemberhentian. Titik-titik pemberhentian yang disarankan dapat dilihat pada Gambar 5.13.



Gambar 5.13 Titik-titik Pemberhentian Berdasarkan Konsentrasi *Demand*

5.4 Penetuan Rute

Dari keseluruhan perjalanan internal dalam kampus UGM yang berjumlah 5776 perjalanan/hari, ternyata separuhnya adalah perjalanan yang terjadi antara

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

kampus timur ke kampus barat dan sebaliknya, yaitu sejumlah 2891 perjalanan. Oleh karena itu, yang paling penting dalam penentuan rute ini adalah menghubungkan kampus timur dan kampus barat, baik menggunakan satu rute yang mencakup keseluruhan rute maupun terbagi menjadi beberapa rute yang terintegrasi.

Semakin luas cakupan *(coverage)* semakin tinggi layanan yang diberikan, namun membutuhkan waktu siklus yang panjang sehingga *headway* menjadi lebih panjang atau membutuhkan armada *(fleet)* yang lebih banyak untuk mencapai *headway* yang pendek. Berikut adalah beberapa pilihan rute yang disarankan berdasarkan daerah cakupan dan panjang rute total.

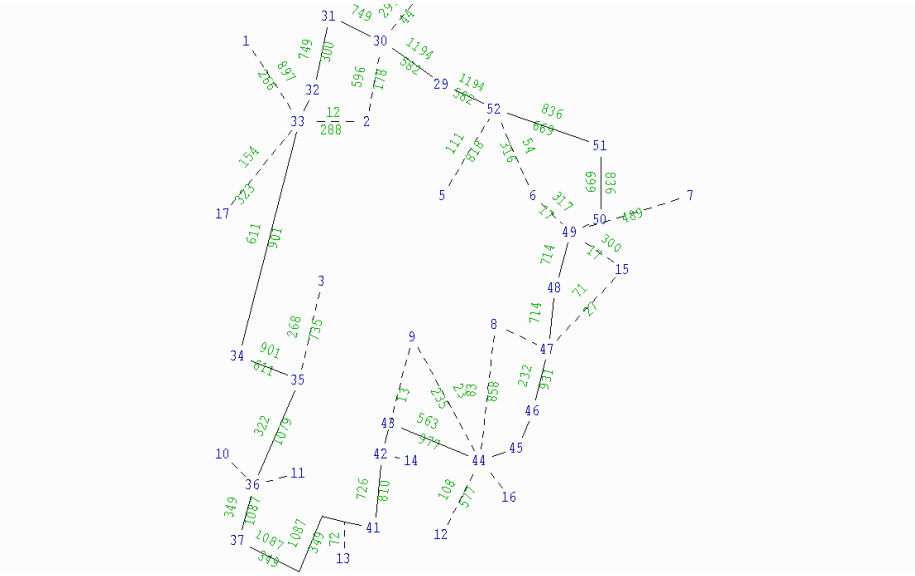
5.4.1 Rute 1 (*Single Loop Long Route)*

Rute ini merupakan rute yang terdiri dari satu *loop* sederhana yang mencakup hampir seluruh wilayah kampus, terutama daerah padat mahasiswa. Rute yang terdiri dari satu *loop* memudahkan perencanaan penjadwalan, operasional dan kontrol sehingga diharapkan dalam pelaksanaannya menjadi lebih terkoordinasi dengan baik.



Gambar 5.14 *Single Loop Long Route*

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 5.15 *Demand Flow* untuk *Single Loop Long Route*

Demand penumpang terdistribusi di setiap ruas jalan rute ini. Hal ini menunjukkan bahwa penumpang memilih untuk menggunakan kendaraan yang melewati rute tersebut, dengan kata lain, rute yang dibuat merupakan rute pilihan penumpang atau tidak ada orang yang memilih jalan lain. Selain itu, hal ini juga menunjukkan bahwa penempatan *shelter* sudah berada pada tempat yang tepat. Untuk mengetahui panjang rute dan halte pada *Single Loop Long Route,* dapat dilihat pada Tabel 5.6.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 5.6 Jarak antar Halte dan Waktu Tempuh *Single Loop Long Route*

HALTE	
A	Fakultas Biologi
B	Fakutas Teknik
C	Fakultas Kedokteran Gigi
D	Rumah Sakit Hewan
E	Bank BNI
F	University Centre
G	Masjid Kampus
H	Fakultas Hukum – Filsafat
I	Fakultas Pertanian
J	Fakultas Kehutanan

	Jarak (m)	**Waktu (menit)**
A - B	240	0:01:23
B - C	750	0:02:34
C - D	500	0:01:35
D - E	350	0:00:45
E - F	400	0:00:48
F - G	300	0:00:44
G - H	500	0:01:16
H - I	250	0:00:42
I - J	300	0:01:24
J - A	350	0:03:03
TOTAL	**3940**	**0:14:14**

Panjang total rute ini adalah 3.940 m dengan jumlah pemberhentian sebanyak 10 *shelter*. Waktu perjalanan yang dibutuhkan untuk mengelilingi rute ini adalah 14 menit. Waktu tempuh total dengan memperhitungkan waktu berhenti selama 1 menit di setiap *shelter* yaitu 24 menit. Sehingga, untuk dapat melayani penumpang dengan *headway* 15 menit, dibutuhkan 2 unit kendaraan. Simulasi penjadwalan untuk *Single Loop Long Route* dapat dilihat pada Lampiran 1.

5.4.2 Rute 2 (*Single Loop Short Route)*

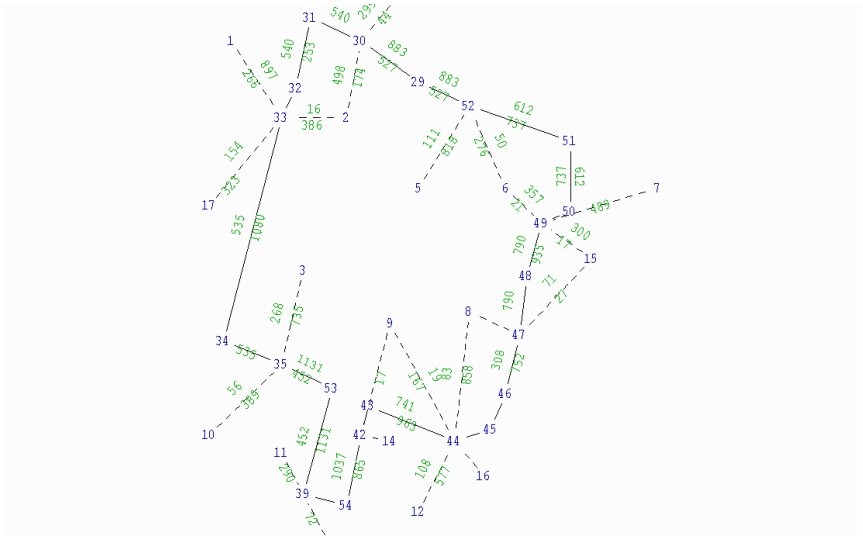
Rute ini sejenis dengan rute pertama, perbedaan terletak pada luasnya cakupan wilayah operasional. Ruas jalan yang dipilih merupakan ruas jalan yang memiliki *demand* lebih banyak, meski terdapat ruas jalan yang *demand*-nya yang tidak terlayani, yaitu di daerah sekolah vokasi dan Rumah Sakit Hewan. Namun, *demand* di wilayah ini dapat tetap terlayani dengan *shelter* terdekat di Fakultas Kedokteran Gigi (ke arah utara $\pm$ 350 m) atau di utara Bank BNI melalui pintu yang

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

menghadap Jl. Kaliurang (ke arah timur ± 400 m). Dengan panjang rute yang lebih pendek diharapkan waktu tempuh menjadi lebih sedikit sehingga tingkat pelayanan menjadi lebih tinggi.



Gambar 5.16 *Single Loop Short Route*



Gambar 5.17 *Demand Flow* untuk *Single Loop Short Route*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Demand yang ada pada zona 10 (perumahan Sekip) dapat terlayani dengan *shelter* yang ditunjukkan dengan *node* 35, sedangkan untuk zona 11 (Sekolah Vokasi, Rumah Sakit Hewan) dapat menggunakan *shelter* di utara Bank BNI yang ditunjukkan dengan *node* 39. Untuk mengetahui panjang rute dan halte pada *Single Loop Short Route*, dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Jarak antar Halte dan Waktu Tempuh *Single Loop Short Route*

HALTE	
A	Fakultas Biologi
B	Fakutas Teknik
C	Fakultas Kedokteran Gigi
D	Bank BNI
E	University Centre
F	Masjid Kampus
G	Fakultas Hukum - Filsafat
H	Fakultas Pertanian
I	Fakultas Kehutanan

	Jarak (m)	Waktu (menit)
A - B	240	0:01:22
B - C	750	0:02:34
C - D	500	0:01:18
D - E	400	0:00:48
E - F	300	0:00:44
F - G	500	0:01:16
G - H	250	0:00:42
H - I	300	0:01:24
I - A	350	0:03:03
TOTAL	**3590**	**0:13:11**

Panjang total rute ini adalah 3.590 m dengan jumlah pemberhentian sebanyak 9 *shelter*. Waktu perjalanan yang dibutuhkan dalam satu putaran adalah 13 menit. Waktu tempuh total dengan memperhitungkan waktu berhenti selama 1 menit di setiap *shelter* yaitu 22 menit. Sehingga, untuk dapat melayani penumpang dengan *headway* 15 menit, dibutuhkan 2 unit kendaraan. Simulasi penjadwalan untuk *Single Loop Short Route* dapat dilihat pada Lampiran 2.

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

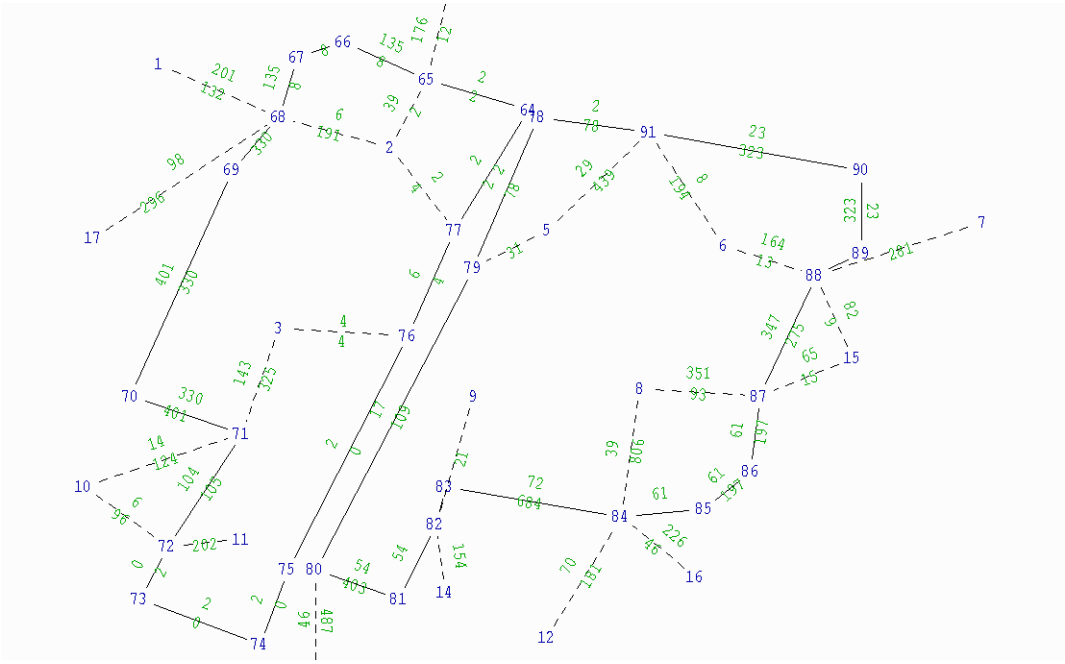
5.4.3 Rute 3 (*Double Loop)*

Berbeda dengan kedua rute sebelumnya, rute ini melayani penumpang dengan dua *loop*, yaitu yang melayani wilayah kampus barat dan wilayah kampus timur. Rute ini menjadi lebih efektif karena panjang rute total menjadi lebih pendek sehingga dapat meningkatkan pelayanan dengan waktu tempuh yang lebih sedikit, namun hal yang harus dipikirkan lebih matang adalah penjadwalan yang memungkinkan agar waktu tunggu untuk transfer dari barat ke timur tidak terlalu lama. Jika dilihat dari sudut pandang penumpang, layanan ini menjadi sedikit lebih rumit karena membutuhkan transfer untuk melakukan perjalanan dari barat ke timur. Gambar 5.18 menunjukkan Rute *Double Loop.*



Gambar 5.18 *Double Loop*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 5.19 *Demand Flow* untuk *Double Loop*

Demand dapat terlayani dengan rute perjalanan dan halte yang ditunjukkan pada Gambar 5.19. Untuk mengetahui panjang rute dan halte pada *Double Loop*, dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Jarak antar Halte dan Waktu Tempuh *Double Loop*

HALTE MERAH	
A	Fakultas Biologi
B	Fakutas Teknik
C	Fakultas Kedokteran Gigi
D	Rumah Sakit Hewan
E	Perpustakaan
F	Fakultas Farmasi
G	Fakultas MIPA

	Jarak (m)	**Waktu (menit)**
A - B	240	0:01:22
B - C	750	0:02:34
C - D	400	0:01:35
D - E	550	0:02:05
E - F	500	0:02:05
F - G	350	0:00:24
G - A	450	0:01:07
TOTAL	**3240**	**0:11:12**

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

HALTE BIRU	
A	Fakultas Kehutanan
B	Gd. Pusat - Perpustakaan
C	Bank BNI
D	University Centre
E	Masjid Kampus
F	Fakultas Hukum - Filsafat
G	Fakultas Pertanian

	Jarak (m)	**Waktu (menit)**
A - B	400	0:01:11
B - C	700	0:01:14
C - D	400	0:00:48
D - E	300	0:00:44
E - F	500	0:01:17
F - G	250	0:00:42
G - A	300	0:01:24
TOTAL	**2850**	**0:07:20**

Panjang total rute ini adalah 3.240 m untuk rute merah dan 2.850 m untuk rute biru dengan jumlah pemberhentian sebanyak 7 *shelter* untuk rute barat dan 7 *shelter* untuk rute timur. Waktu perjalanan yang dibutuhkan dalam satu putaran adalah 11 menit untuk rute merah dan 7 menit untuk rute biru. Waktu tempuh total dengan memperhitungkan waktu berhenti selama 1 menit di setiap *shelter* yaitu 18 menit untuk rute merah dan 13 menit untuk rute biru. Untuk dapat melayani penumpang dengan *headway* 20 menit, dibutuhkan masing-masing 1 unit kendaraan untuk rute merah dan 1 unit kendaraan untuk rute biru. Simulasi penjadwalan untuk *Double Loop* dapat dilihat pada Lampiran 3.

Titik yang digunakan sebagai titik transfer dari rute barat ke rute timur dan sebaliknya adalah *shelter* Fakultas MIPA (Barat) dan Gedung Pusat – Perpustakaan (timur) yang terletak berseberangan di Jl. Kaliurang. Penumpang yang turun di *shelter* Fakultas MIPA yang akan melanjutkan perjalanan di rute timur, hanya perlu menunggu 2 menit sampai waktu keberangkatan dari *shelter* Gedung Pusat – Perpustakaan. Sedangkan untuk penumpang yang turun di *shelter* Gedung Pusat – Perpustakaan dan akan melanjutkan perjalanan di rute barat, perlu menunggu 6 menit sebelum waktu keberangkatan di *shelter* Fakultas MIPA.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

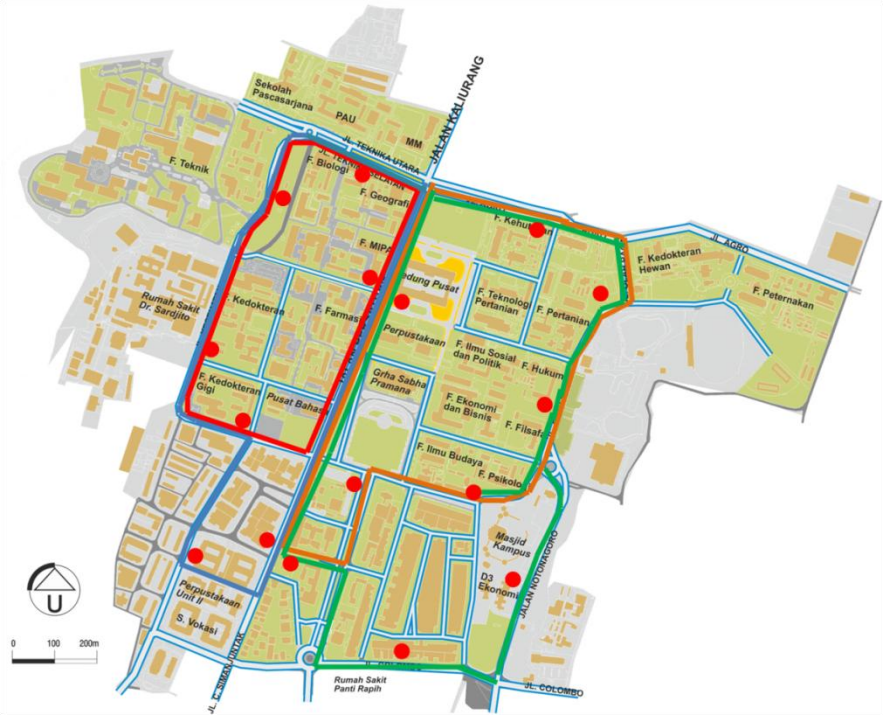
5.4.4 Rute 4 (*Double Loop – Hybrid)*

Rute ini dikembangkan dengan meninjau ulang *demand flow* pada rute 1 (*Single Loop Long Route*) dan rute 2 (*Single Loop Short Route*) dan mengaplikasikan konsep *Double Loop.* Jika pada *Single Loop Short Route* layanan ini memilih ruas jalan yang *demand*-nya lebih besar, maka rute ini disempurnakan dengan layanan tambahan pada ruas jalan yang juga melayani *demand* yang lebih sedikit (rute terjauh). Dengan kata lain, layanan ini melayani kedua ruas jalan dengan frekuensi yang berbeda. Pada ruas jalan dengan *demand* yang lebih sedikit, frekuensi untuk ruas jalan tersebut *half-frequency* dan untuk ruas jalan dengan *demand* yang lebih banyak, frekuensi yang digunakan adalah *full-frequency*.

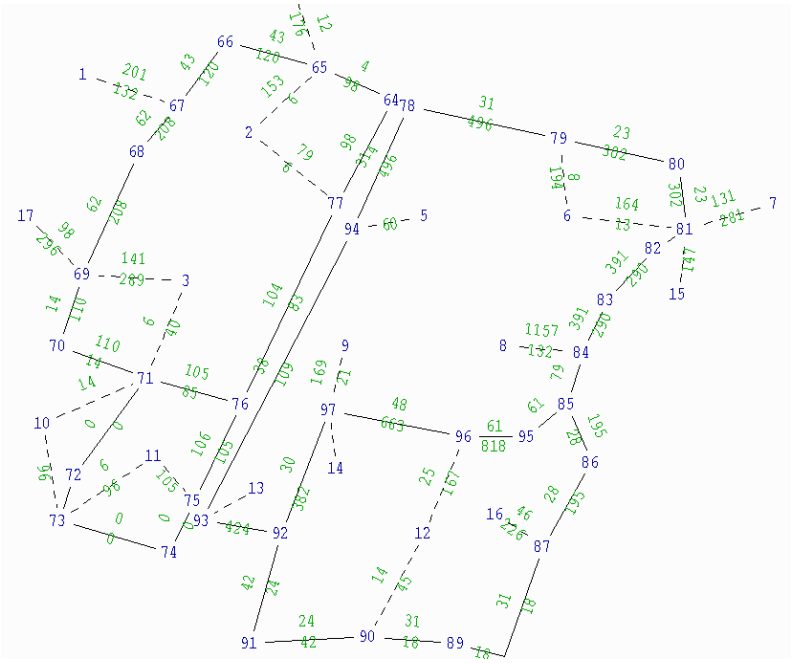
Untuk memberikan pelayanan yang optimal, layanan harus dapat mencakup semua wilayah, namun di sisi lain hal ini membuat jarak tempuh menjadi lebih panjang dan menyebabkan waktu tempuh menjadi lebih lama, sehingga mengurangi kualitas pelayanan yang diberikan. Oleh karena itu, penentuan *half-frequency* pada layanan ini merupakan solusi yang baik, karena di meskipun mencakup semua wilayah, layanan ini tidak perlu melayani keseluruhan wilayah tersebut setiap waktu.

Demand dapat terlayani dengan rute perjalanan seperti pada Gambar 5.20 dengan *demand flow* yang ditunjukkan pada Gambar 5.21.

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 5.20 *Double Loop – Hybrid*



Gambar 5.21 *Demand Flow* untuk *Double Loop – Hybrid*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Untuk mengetahui panjang rute dan halte pada *Double Loop – Hybrid*, dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Jarak antar Halte dan Waktu Tempuh *Double Loop – Hybrid*

HALTE BARAT (BIRU)	
A	Fakultas MIPA
B	Fakultas Biologi
C	Fakutas Teknik
D	Fakultas Kedokteran
E	Fakultas Kedokteran Gigi
F	Rumah Sakit Hewan
G	Perpustakaan

	Jarak (m)	Waktu (menit)
A - B	450	0:01:07
B - C	240	0:01:22
C - D	400	0:00:48
D - E	350	0:01:15
E - F	400	0:01:19
F - G	550	0:02:05
G - A	850	0:02:29
TOTAL	**3240**	**0:10:25**

HALTE BARAT (MERAH)	
A	Fakultas MIPA
B	Fakultas Biologi
C	Fakutas Teknik
D	Fakultas Kedokteran
E	Fakultas Kedokteran Gigi

	Jarak (m)	Waktu (menit)
A - B	450	0:01:07
B - C	240	0:01:22
C - D	400	0:02:20
D - E	350	0:01:15
E - F	400	0:01:35
TOTAL	**1840**	**0:07:39**

HALTE TIMUR (ORANYE)	
A	Gd. Pusat - Perpustakaan
B	Bank BNI
C	University Centre
D	Masjid Kampus - FIB
E	Fakultas Hukum - Filsafat
F	Fakultas Pertanian
G	Fakultas Kehutanan

	Jarak (m)	Waktu (menit)
A - B	700	0:01:14
B - C	400	0:00:48
C - D	300	0:00:44
D - E	500	0:01:17
E - F	250	0:00:42
F - G	300	0:01:24
G - A	400	0:01:11
TOTAL	**2850**	**0:07:20**

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

HALTE TIMUR (HIJAU)	
A	Gd. Pusat – Perpustakaan
B	Bank BNI
C	KOSUDGAMA
D	Masjid Kampus - D3 Ekonomi
E	Fakultas Hukum – Filsafat
F	Fakultas Pertanian
G	Fakultas Kehutanan

	Jarak (m)	Waktu (menit)
A - B	700	0:01:14
B - C	600	0:02:20
C - D	350	0:01:11
D - E	350	0:00:50
E - F	250	0:00:42
F - G	300	0:01:24
G - A	400	0:01:11
TOTAL	**2950**	**0:08:52**

Rute barat beroperasi dengan pola dua kali berputar mengikuti rute merah dan sekali mengikuti rute biru. Dengan pola yang sama, rute timur beroperasi dua kali berputar mengikuti rute oranye dan sekali mengikuti rute hijau. Hal ini dimungkinkan agar cakupan wilayah operasional layanan maksimal, sementara waktu tempuh yang dibutuhkan minimal. Jadi, layanan masih dapat melayani *demand* yang berada di batas-batas luar wilayah kampus, tanpa membuat waktu perjalanan menjadi sangat lama.

Untuk menyelesaikan tiga putaran (dua kali *loop* kecil, dan sekali *loop* besar) panjang total rute ini adalah 6.920 m untuk rute barat dan 8.650 m untuk rute timur dengan jumlah pemberhentian sebanyak 7 *shelter* (dengan 5 *shelter* pada *loop* dalam) untuk rute barat dan 7 *shelter* untuk rute timur. Titik yang digunakan sebagai titik transfer dari rute barat ke rute timur dan sebaliknya adalah *shelter* Fakultas MIPA (Barat) dan Gedung Pusat – Perpustakaan (timur) yang terletak berseberangan di Jl. Kaliurang. Penumpang yang turun di *shelter* Fakultas MIPA yang akan melanjutkan perjalanan di rute timur, perlu menunggu 10 menit sampai waktu keberangkatan dari *shelter* Gedung Pusat – Perpustakaan. Sedangkan untuk penumpang yang turun di *shelter* Gedung Pusat – Perpustakaan dan akan melanjutkan perjalanan di rute barat,

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

perlu menunggu 15 menit sebelum waktu keberangkatan di *shelter* Fakultas MIPA. Waktu tunggu yang dibutuhkan untuk transfer tersebut cukup panjang. Hal ini disebabkan oleh jarak tempuh yang berbeda cukup jauh, sehingga peneysuaian yang dibutuhkan menjadi lebih rumit. Perbedaan jarak yang cukup jauh tersebut menyebabkan adanya perbedaan *headway* antara rute barat (20 menit) dan rute timur (25 menit) dengan jumlah kendaraan masing-masing 2 unit untuk rute barat dan 2 unit untuk rute timur. Untuk mengurangi waktu tunggu yang dibutuhkan untuk transfer, dapat dilakukan dengan menambah frekuensi sebanyak dua kali lipat, yang berarti akan membutuhkan kendaraan tambahan sebanyak masing-masing 4 unit di setiap rute. Tabel 5.10 menunjukkan jarak antar *shelter* dan waktu tempuh antar *shelter* dalam tiga putaran.

Tabel 5.10 Jarak antar Halte dan Waktu Tempuh *Double Loop – Hybrid* yang Dibutuhkan untuk Menyelesaikan Tiga Putaran (*Half-frequency* dan *Full-frequency*)

A	Fakultas MIPA	450	0:02:07	A - B
B	Fakultas Biologi	240	0:02:22	B - C
C	Fakutas Teknik	400	0:01:48	C - D
D	Fakultas Kedokteran	350	0:02:15	D - E
E	Fakultas Kedokteran Gigi	400	0:02:35	E - A
A	Fakultas MIPA	450	0:02:07	A - B
B	Fakultas Biologi	240	0:02:22	B - C
C	Fakutas Teknik	400	0:01:48	C - D
D	Fakultas Kedokteran	350	0:02:15	D - E
E	Fakultas Kedokteran Gigi	400	0:02:35	E - A
A	Fakultas MIPA	450	0:02:07	A - B
B	Fakultas Biologi	240	0:02:22	B - C
C	Fakutas Teknik	400	0:01:48	C - D
D	Fakultas Kedokteran	350	0:02:15	D - E
E	Fakultas Kedokteran Gigi	400	0:02:19	E - F
F	Rumah Sakit Hewan	550	0:03:05	F - G
G	Perpustakaan	850	0:03:29	G - A
	TOTAL	6920	0:39:39	

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

A	Gd. Pusat - Perpustakaan	700	0:02:14	A - B
B	Bank BNI	400	0:01:48	B - C
C	University Centre	300	0:01:44	C - D
D	Masjid Kampus - FIB	500	0:02:17	D - E
E	Fakultas Hukum - Filsafat	250	0:01:42	E - F
F	Fakultas Pertanian	300	0:02:24	F - G
G	Fakultas Kehutanan	400	0:02:11	G - A
A	Gd. Pusat - Perpustakaan	700	0:02:14	A - B
B	Bank BNI	400	0:01:48	B - C
C	University Centre	300	0:01:44	C - D
D	Masjid Kampus - FIB	500	0:02:17	D - E
E	Fakultas Hukum - Filsafat	250	0:01:42	E - F
F	Fakultas Pertanian	300	0:02:24	F - G
G	Fakultas Kehutanan	400	0:02:11	G - A
A	Gd. Pusat - Perpustakaan	700	0:02:14	A - B
B	Bank BNI	600	0:03:20	B - C
C	KOSUDGAMA	350	0:02:11	C - D
D	Masjid Kampus - D3 Ekonomi	350	0:01:50	D - E
E	Fakultas Hukum - Filsafat	250	0:01:42	E - F
F	Fakultas Pertanian	300	0:02:24	F - G
G	Fakultas Kehutanan	400	0:02:11	G - A
	TOTAL	8650	0:44:32	

Kendala yang dihadapi pada rute ini adalah penjadwalan bagaimana *loop* barat dan timur yang beroperasi secara *hybrid* (*full frequency* dan *half frequency*) dapat saling terintegrasi satu sama lain, sehingga memungkinkan transfer dengan waktu tunggu yang tidak terlalu lama. Untuk dapat melayani penumpang dengan *headway* 20 menit, dibutuhkan masing-masing 1 unit kendaraan untuk rute merah dan 1 unit kendaraan untuk rute biru. Simulasi penjadwalan untuk *Double Loop* dapat dilihat pada Lampiran 4.

Perbandingan keempat alternatif rute disajikan dalam Tabel 5.11 berikut ini.

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 5.11 Perbandingan Rute Alternatif

	Rute 1 *Single Loop Long Route*	**Rute 2** *Single Loop Short Route*	**Rute 3** *Double Loop*	**Rute 4** *Double Loop – Hybrid* (dalam 3 putaran)
Panjang Rute (m)	3.940 m	3.590 m	3.240 m (Merah) 2.850 m (Biru)	6.920 m (Barat) 8.650 m (Timur)
Jumlah *Shelter*	10 *Shelter*	9 *Shelter*	7 *Shelter* (Merah) 7 *Shelter* (Biru)	7 *Shelter* (Barat) 7 *Shelter* (Timur)
Waktu Tempuh* (menit)	14 menit	13 menit	11 menit (Merah) 7 menit (Biru)	Barat (Biru) 10 menit Barat (Merah) 6 menit Timur (Oranye) 07 menit Timur (Hijau) 08 menit
Total Waktu Tempuh** (menit)	24 menit	22 menit	18 menit (Merah) 13 menit (Biru)	Barat (Biru) 17 menit Barat (Merah) 11 menit Timur (Oranye) 14 menit Timur (Hijau) 15 menit

* Waktu tempuh satu putaran tanpa berhenti

** Waktu tempuh satu putaran ditambah waktu berhenti selama 1 menit setiap *shelter*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Dari keempat alternatif rute yang dihasikan dapat dilihat bahwa masing-masing memiliki jangkauan atau cakupan wilayah *(coverage)* yang berbeda-beda. Semakin luas cakupan wilayah akan berdampak semakin lamanya waktu tempuh yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu putaran. Penumpang tidak terlalu mempedulikan cakupan yang luas maupun waktu tempuh satu putaran, melainkan dapat menggunakan transportasi tersebut dari satu titik dari mana penumpang tersebut berasal ke titik tujuan. Namun perencana transportasi perlu mempertimbangkan kedua kriteria ini karena cakupan wilayah sangat mempengaruhi tingkat pelayanan suatu sistem transportasi.

Semakin luas cakupan wilayah, *demand* yang terlayani akan semakin banyak. Di sisi lain bukan berarti layanan transportasi harus melewati semua jalur untuk memenuhi semua *demand*, melainkan jalur-jalur yang memiliki konsentrasi *demand* yang tinggi saja. Maka dengan pemilihan jalur yang tepat, d*emand* yang berada pada jalur-jalur yang tidak terlewati layanan transportasi dapat mencari jalur terdekat yang dilewati layanan transportasi. Dapat dikatakan pemilihan jalur yang tepat dengan sendirinya akan mempengaruhi waktu tempuh layanan transportasi tersebut, maka yang sangat perlu diperhatikan di sini bukanlah mencari rute yang memiliki waktu tempuh paling cepat, namun pemilihan cakupan wilayah yang paling dapat melayani *demand*.

5.5 Penentuan Jenis Kendaraan

Universitas Gadjah Mada merupakan kampus yang secara geografis cukup unik karena terdapat jalan raya yang dapat dilintasi oleh masyarakat umum, sehingga wilayahnya terbagi menjadi dua kawasan. Hal ini membuat perencanaan transportasi internal kampus menjadi tidak sesederhana kampus yang wilayahnya tersendiri.

Penentuan jenis kendaraan yang akan digunakan, dalam hal ini adalah penentuan kapasitas kendaraan menjadi salah satu hal yang penting. Transportasi internal kampus biasanya menggunakan kendaraan berkapasitas sedang sampai besar,

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

tergantung infrastruktur dan kebutuhan. Dalam layanan ini, terdapat beberapa jalur yang harus melewati ruas jalan yang padat dan sempit. Oleh karena itu, disarankan untuk memilih kendaraan berukuran sedang yang dapat menampung hingga 40 penumpang. Jenis kendaraan ini bisa setara minibus atau bus ukuran tanggung seperti TransJogja. Selain memiliki fleksibilitas tinggi, kendaraan berkapasitas lebih kecil juga memiliki utilitas dan efisiensi tinggi. Jika *demand* meningkat dalam beberapa tahun ke depan, dapat dilakukan penambahan jumlah kendaraan dengan kapasitas yang sama.

Jumlah armada yang lebih banyak tentunya akan memungkinkan frekuensi kedatangan yang lebih sering dan *headway* yang lebih pendek sehingga penumpang tidak perlu menunggu terlalu lama, dibandingkan dengan harus menggunakan kendaraan berkapasitas besar, namun frekuensi lebih sedikit.

PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB VI
PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka diperoleh beberapa alternatif yang dapat dijadikan dasar dalam perencanaan sistem transportasi internal kampus. Hasil yang didapatkan adalah:

1. Peta persebaran penumpang *(demand)* mahasiswa di lingkungan kampus Universitas Gadjah Mada
2. Empat rute alternatif yaitu *Single Loop Long Route, Single Loop Short Route, Double Loop, Double Loop Hybrid.* Rute yang paling baik untuk diaplikasikan adalah *Double Loop-Hybrid* karena memiliki cakupan yang luas sehingga dapat melayani *demand*. Selain terbagi menjadi dua rute (Barat dan Timur), masing-masing rute juga terbagi menjadi dua frekuensi (*half-frequency* dan *full-frequency*) yang memungkinkan waktu tempuh perjalanan yang lebih singkat dibandingkan dengan *full-frequency.*
3. Lokasi pemberhentian ditentukan dengan melihat konsentrasi *demand* dan mempertimbangkan letak sarana transportasi eksternal (TransJogja).
4. Penjadwalan yang digunakan adalah *headway* 15-25 menit sebagai *headway* yang disarankan.
5. Berdasarkan pertimbangan waktu tempuh, maka dibutuhkan minimal 2 unit kendaraan berkapasitas sedang (sampai dengan 40 orang).

6.2. Saran

Saran untuk penelitian-penelitian selanjutnya adalah melakukan penelitian dengan analisis *mathematical approach* dalam menentukan jalur-jalur dan pemilihan kapasitas kendaraan. Dalam menentukan kapasitas kendaraan, penelitian ini masih berbasis *capacity-driver* (menyesuaikan dengan standar yang

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ada dan infrastruktur), bukan *demand-driver* (menyesuaikan jumlah penumpang yang harus diangkut), sehingga penelitian selanjutnya diharapkan dapat menentukan kapasitas kendaraan berdasarkan *actual demand*.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR PUSTAKA

Arfandi, N., Wibowo, W., 2011, *Sepeda Kampus Universitas Gadjah Mada,* [online], (http://sepedakampus.ugm.ac.id/index.php/home/faq, diakses tanggal 20 Desember 2011)

Direktorat Administrasi Akademik Universitas Gadjah Mada (DAA-UGM), 2011, *Rekapitulasi Jumlah Mahasiswa Herregistrasi Menurut Jenjang Studi* (http://daa.ugm.ac.id/?menu=statistik&act=herregistrasi_per_jenjang, diakses tanggal 20 Desember 2011)

Dodson, J., Mees, P., Stone, J., & Burke, M., 2011, *The Principles of Public Transport Network Planning: A review of the emerging literature with select examples*, Urban Research Program Griffith University, Brisbane.

Kartiko, B.M., 2010, *Tentang Bis Kuning,* [online], (http://www.anakui.com/2010/07/26/tentang-bis-kuning/,diakses tanggal 20 November 2011)

Nanyang Technological University, 2010, *Internal Shuttle Bus Service Map*, [online], (http://campusbus.ntu.edu.sg/ntubus/, diakses tanggal 20 November 2011).

Napitupulu, S., Blythe, B., Tambunan, R., Sielan, I., & Irawan, A.H.A, 2011, *Bus Shelter Specification – Bus Improvement Project Phase 2*, Indonesia Infrastructure Initiative (IndII), Jakarta.

National University of Singapore, 2009, *NUS Internal Shuttle Bus Service*, [online], (http://www.nus.udu.sg./oed/services/transport/shuttle-bus-service.htm, diakses tanggal 20 November 2011).

Neilsen, G., Lange, T. 2010, *Network Design for Public Transport Success – Theory and Examples*, [online], (http://www.thredbo-conference-series.org/downloads/thredbo10_papers/thredbo10-themeE-Nielsen-Lange.pdf, diakses tanggal 20 November 2011).

Neilsen, G., Nelson, J., Mulley, C., Tegner, G., Lind, G., Lange, T. (2005). *Public Transport - Planning the Networks - HiTrans Best Practice Guide 2*, European Union Interreg III and HiTrans, Stavanger.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERENCANAAN DAN PEMODELAN TRANSPORTASI INTERNAL KAMPUS UNIVERSITAS GADJAH MADA
Nadia Anindita, Prof. Ir. Nur Aini Masruroh, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2012 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Peterson, D., Hough, J., Hegland, G., Miller, J., & Ulmer, D., 2005, *Small Urban University Transit: A Tri-Campus Case Study*, Small Urban & Rural Transit Center North Dakota State University, North Dakota.

Pusat Studi Transportasi dan Logistik (PUSTRAL), 2005, *Studi Kelayakan Kampus Timur dan Barat – Laporan Final,* Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Tamin, O. Z., 2000, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi,* Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung.

Wright, L., Hook, W., 2007, *Bus Rapid Transit Planning Guide,* Institute for Transportation & Development Policy, New York.