

KINERJA SIMPANG BERSINYAL PADA JALAN CUT MEUTIA - JALAN SILIWANGI – JALAN R. A. KARTINI KOTA BEKASI

Sebastyan Hadi Prasetyo¹⁾, Eko Darma²⁾, Azharie Hasan³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam “45” Bekasi

Jln. Cut Meutia No. 83 Bekasi Telp. 021-88344436

Email: sebastian@yahoo.com

ABSTRAK

Salah satu simpang bersinyal yang ada di Kota Bekasi adalah simpang Jl. Cut Meutia dengan Jl. Siliwangi – R. A Kartini. Letaknya berada dipusat Kota Bekasi, menjadikan simpang tersebut padat terutama pada jam puncak terjadi yang dapat mempengaruhi kapasitas dan tingkat pelayanan simpang.

Untuk mengetahui kondisi di lapangan dan mendapatkan data yang akurat maka dilakukanlah sebuah survey. Survey yang dilakukan meliputi survey volume lalu lintas, survey geometrik simpang dan survey waktu sinyal lalu lintas. Survey dilakukan pada jam puncak pagi, siang, sore selama 3 hari data hasil survey yang didapat kemudian dianalisis dengan menggunakan piranti lunak (*Software*) KAJI ver 1.10x.

Pada analisis kondisi operasional didapatkan hasil untuk tingkat pelayanan simpang tertinggi pada kondisi “E” dan terendah pada kondisi “F” (sangat buruk). Setelah mencoba beberapa alternatif perencanaan, diperoleh sebuah perencanaan yang paling memungkinkan untuk diterapkan yaitu perencanaan alternatif 1. Pada perencanaan alternatif 1 diperoleh tingkat pelayanan simpang tertinggi pada kondisi “B” dan terendah pada kondisi “C”, dengan demikian dapat diartikan bahwa tingkat pelayanan simpang berada pada kondisi yang optimal untuk melayani volume lalu lintas pada simpang Jalan Cut Meutia – Jalan Siliwangi – Jalan R. A Kartini.

Kata kunci : simpang bersinyal, tingkat pelayanan simpang

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Transportasi merupakan subsistem dari sebuah ekosistem kota, yang kemudian berkembang sebagai bagian dari kota karena naluri dan kebutuhan penduduk untuk bergerak memindahkan orang atau barang dari suatu tempat ke tempat lainnya. Di kota yang berpenduduk dalam jumlah besar dan mempunyai kegiatan perkotaan yang sangat luas dan intensif seperti Kota Bekasi, tentunya diperlukan pelayanan transportasi berkapasitas tinggi dan ditata secara terpadu juga dinamis. Masyarakat Kota Bekasi hidup dengan berbagai aktivitas dan rutinitas yang berbeda-beda, diperlukan pula berbagai sarana dan prasarana guna menunjang pergerakan aktivitas dan rutinitas tersebut, salah satunya adalah sarana jalan raya. Dapat dilihat bahwa jalan raya mempunyai pengaruh besar terhadap perkembangan hidup masyarakat, dalam kehidupan sosial maupun ekonominya demi peningkatan taraf hidup mereka. Dapat disimpulkan bahwa jalan raya mempunyai fungsi utama sebagai prasarana untuk melayani pergerakan manusia dan barang secara aman, cepat, efektif dan ekonomis.

Pada era modern ini banyak terjadi peningkatan arus pergerakan dan juga barang. Bekasi sebagai kota perdagangan tentu semakin berkembang dengan tumbuhnya berbagai macam industri. Dengan begitu sudah dapat dipastikan bahwa sarana dan prasarana harus semakin diseimbangkan, terutama mengenai transportasi. Selain dikenal sebagai Kota perdagangan, Bekasi juga merupakan salah satu kota penyangga Ibu Kota, yaitu Jakarta. Letaknya yang berdekatan dengan Jakarta membuat Bekasi setiap harinya dilewati oleh banyak kendaraan (Kota Perlintasan), mulai kendaraan roda dua sampai kendaraan berat yang akan menuju Jakarta ataupun kota-kota disekitarnya seperti Depok, Tangerang dan Bogor, maka tidak heran jika Bekasi mengalami masalah transportasi yang sangat klasik yang sering terjadi di setiap kota besar, yaitu masalah kemacetan.

Pertumbuhan ruas jalan yang tidak sebanding dengan jumlah kendaraan yang melintas setiap harinya di Bekasi merupakan salah satu penyebab kemacetan. Kemacetan akan sangat terasa bila berada pada sebuah simpang. Simpang merupakan pertemuan antara dua ruas jalan atau lebih yang sering kali menimbulkan konflik lalu lintas antar para pengguna jalan ataupun para pengendara. Simpang juga merupakan titik simpul dari jaringan jalan yang mempunyai peranan penting dalam memperlancar arus pergerakan kendaraan yang ada. Dengan adanya sebuah simpang apalagi simpang yang sudah dilengkapi dengan lampu lalu lintas (*traffic light*) sebagai pengatur disebuah simpang sudah pasti bisa mempermudah akses dalam berlalu-lintas, sehingga mempersingkat waktu tempuh yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan atau bisa dikatakan dapat meminimalkan waktu yang diperlukan untuk melakukan sebuah perjalanan. Selain itu simpang juga merupakan titik pertemuan antara lintasan-lintasan pergerakan kendaraan yang berlawanan arah, dimana ruang dan waktu digunakan secara bersamaan, yang juga dapat menimbulkan konflik dalam berlalu lintas seperti kecelakaan lalu lintas dan kemacetan, serta tundaan.

Terdapat banyak simpang di Bekasi, baik simpang yang tidak dilengkapi oleh lampu lalu lintas maupun simpang yang dilengkapi oleh lampu lalu lintas atau biasa dikenal dengan sebutan simpang berlampu lalu lintas atau juga disebut simpang bersinyal. Adanya lampu lalu lintas dimaksudkan sebagai pengatur jalannya kelancaran lalu lintas kendaraan yang melewati simpang tersebut. Salah satu contoh simpang bersinyal yang ada di Bekasi adalah simpang Jl. Cut Meutia dengan Jl. Siliwangi – Jl. R. A Kartini. Letaknya berada di pusat Kota Bekasi, menjadikan simpang tersebut padat terutama pada jam puncak. Keadaan diperparah dengan adanya aktivitas menaikkan dan menurunkan penumpang di area simpang tersebut oleh pengemudi kendaraan umum. Diperlukan pemikiran cermat dan sikap bijaksana untuk menangani persoalan tersebut dimana keamanan, keselamatan, ketertiban, kelancaran dalam berlalu-lintas menjadi prioritas utama.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di halaman sebelumnya, maka dapat dibuat perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi kinerja simpang Jl. Cut Meutia – Jl. Siliwangi – Jl. R. A Kartini
2. Bagaimana tingkat pelayanan simpang Jl. Cut Meutia – Jl. Siliwangi – Jl. R. A Kartini

Batasan Masalah

Agar penelitian tidak meluas dan dapat terarah sesuai dengan tujuan penelitian, maka diberi batasan-batasan masalah yang meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian, yaitu di simpang “Sunco” (pertemuan Jl. Cut Meutia, dengan Jl. Siliwangi – Jl. R. A Kartini) Kota Bekasi, Jawa Barat.
2. Data penelitian didapat dengan melakukan beberapa survey di lapangan, survey yang dilakukan yaitu:
 - a. Survey geometrik persimpangan dan kondisi lingkungan berdasarkan kondisi kenyataan di lapangan.
 - b. Survey waktu sinyal lalu lintas
 - c. Survey volume kendaraan berdasarkan jam sibuk yaitu pagi hari pukul 06.30-08.30 WIB, siang hari pukul 11.30-13.30 WIB, sore hari pukul 16.00-18.00 WIB, dan yang digunakan dalam analisa perhitungan adalah arus lalu lintas selama satu jam terpadat (jam puncak).
3. Jenis kendaraan yang disurvei :
 - a. Kendaraan ringan (LV) seperti mobil penumpang, kendaraan pribadi, dan mobil boks.

- b. Kendaraan berat (HV) seperti truk 2 as, truk 3 as, truk gandeng dan bus.
 - c. Sepeda motor (MC).
 - d. Kendaraan tak bermotor (UM) seperti gerobak, sepeda dan becak.
4. Ukuran kinerja simpang yang diteliti meliputi kapasitas simpang, derajat kejenuhan, panjang antrian, kendaraan terhenti, serta tundaan yang terjadi.
 5. Pedoman untuk analisa perhitungan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia MKJI (1997), sementara untuk perhitungannya menggunakan piranti lunak (*software*) yang disebut Kapasitas Jalan Indonesia (KAJI ver 1.10 x).

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada semua pihak yang terkait, diantaranya:

1. Menambah pengetahuan pada bidang rekayasa transportasi khususnya untuk merencanakan simpang bersinyal dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.
2. Sebagai bahan pertimbangan bagi instansi terkait (khususnya Dinas Perhubungan Kota Bekasi) dalam memutuskan suatu kebijakan untuk perencanaan persimpangan dengan kapasitas yang lebih optimal.
3. Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan khususnya di bidang rekayasa transportasi dengan terjun langsung ke lapangan dan dapat mengaplikasikannya di dunia nyata.

1.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kondisi kinerja simpang Jl. Cut Meutia – Jl. Siliwangi – Jl. R. A Kartini.
2. Untuk mengetahui tingkat pelayanan simpang Jl. Cut Meutia – Jl. Siliwangi – Jl. R. A Kartini.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian

Menurut Sugiyono (2012:2) metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu, sedangkan metode pengumpulan data meliputi pengumpulan berbagai informasi berkaitan dengan data yang diperlukan secara lengkap mengenai kondisi wilayah studi yang akan dilakukan penelitian dan analisisnya didapatkan untuk perencanaan pengaturan dan pengendaliannya. Penelitian terhadap persimpangan Jl. Cut Meutia dan Jl. Siliwangi – Jl. R. A. Kartini ini adalah untuk menganalisa kinerja simpang dan kapasitas simpang tersebut. Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Penentuan Subyek

Maksud penentuan subyek ini adalah variabel yang dapat dijadikan sasaran dalam penelitian. Beberapa variabel tersebut adalah kondisi geometrik simpang, kondisi lingkungan, pengaturan lalu lintas, volume lalu lintas, jumlah pendekat, fase sinyal, waktu siklus, klasifikasi kendaraan dan periode pengamatan.

Studi Pustaka

Studi pustaka diperlukan sebagai acuan penelitian setelah subyek ditentukan. Studi pustaka juga merupakan landasan teori bagi penelitian yang mengacu pada buku-buku, pendapat dan teori-teori yang berhubungan dengan penelitian.

Survey Pendahuluan dan Pemilihan Lokasi

Survey adalah suatu kegiatan yang berorientasi kepada pengamatan, pencatatan serta pengumpulan data-data langsung dari sebuah obyek yang sedang diteliti. Peneliti mengamati beberapa persimpangan yang ada secara visual (kondisi geometrik, komposisi kendaraan, dan fasilitas jalan), dan akhirnya dipilih simpang empat Jl. Cut Meutia dan Jl. Siliwangi – Jl. R. A Kartini Kota Bekasi karena pada simpang tersebut sering terjadi permasalahan yang menyangkut perilaku lalu lintas.

Sebelum penelitian atau pengamatan di lapangan dilaksanakan, perlu diadakan survey pendahuluan agar dalam pelaksanaan penelitian di lapangan tidak banyak mengalami hambatan. Survey pendahuluan yang dilakukan antara lain adalah:

1. Survey untuk memilih lokasi yang aman dan memudahkan dalam pengamatan.
2. Mengamati arus lalu lintas pada kondisi maksimal atau jam puncak.
3. Penentuan jumlah tenaga survey dimana setiap lengan yang akan disurvei sedikitnya 3 surveyor untuk menghitung jumlah kendaraan.
4. Penentuan tanggal dan hari yang tepat yang diharapkan dapat mewakili hari-hari dalam satu minggu dan hari-hari dalam satu tahun.
5. Penentuan jam pelaksanaan yang tepat sehingga diharapkan dapat mewakili kondisi arus lalu lintas jam puncak.

Setelah survey pendahuluan dilakukan, maka dilakukan survey lanjutan guna mendukung penelitian, yaitu:

- a. Survey geometri persimpangan dan kondisi lingkungan berdasarkan kondisi kenyataan di lapangan.
- b. Survey volume lalu lintas untuk menghitung kendaraan yang melewati simpang.
- c. Survey kecepatan kendaraan dapat ditentukan melalui pengukuran waktu perjalanan dan hambatan.
- d. Survey waktu sinyal lalu lintas untuk mengetahui perubahan pola pemisahan dari setiap fase yang ada serta lamanya tiap aspek warna yang terjadi pada simpang tersebut.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data meliputi pengumpulan berbagai informasi berkaitan dengan data yang diperlukan secara lengkap mengenai kondisi wilayah studi yang akan dilakukan penelitian dan analisisnya didapatkan untuk perencanaan pengaturan dan pengendaliannya. Data yang dibutuhkan adalah data geometrik persimpangan, data lalu lintas, data jaringan jalan dan data jumlah penduduk kota Bekasi.

1. Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder didapat dengan menginventarisasi data yang merujuk pada data dari instansi terkait yaitu meliputi data pertumbuhan jumlah penduduk di Kota Bekasi dan data pertumbuhan jumlah kendaraan dari Dinas Perhubungan Kota Bekasi.

2. Pengumpulan Data Primer

Data primer atau data yang diambil dari lapangan meliputi kondisi geometrik, kondisi lingkungan, hambatan samping, volume lalu lintas. Data primer didapat dengan cara observasi atau pengamatan di lokasi penelitian, yaitu meliputi:

- a. Pengamatan pengukuran geometrik simpang dilakukan dengan mencatat jumlah lajur dan arah, menentukan kode pendekat (Barat, Timur, Utara dan Selatan) dan tipe pendekat (terlindung atau terlawan), ada tidaknya median jalan, menentukan kelandaian jalan, mengukur lebar pendekat, lebar lajur belok kiri langsung, lebar bahu dan median (jika ada), lebar masuk dan keluar pendekat. Pengukuran dilakukan pada malam hari agar tidak mengganggu kelancaran arus lalu lintas.
- b. Pengamatan dan pencacahan hambatan samping dilakukan pada sisi terbaik pendekat sepanjang 20 meter dengan mencatat semua pergerakan oleh unsur-unsur pejalan kaki, kendaraan yang keluar masuk halaman di sisi pendekat.
- c. Survey volume lalu lintas dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor jumlah kendaraan, arah gerakan, waktu pengamatan dan periode jam sibuk. Setiap pencatat mencatat semua kendaraan yang melewati (sesuai klasifikasinya) baik untuk gerak lurus, belok kiri serta mengisikannya ke dalam formulir pencacahan yang disediakan. Waktu pengamatan dibagi per 15 menit untuk pagi, siang dan sore hari. Kondisi cuaca saat pengamatan dicatat apakah cuacanya cerah, turun hujan atau kondisi lainnya. Pencacahan volume lalu lintas dilakukan pada jam-jam sibuk anggapan selama 3 hari.
- d. Penentuan jam - jam sibuk anggapan di sini berdasarkan fungsi dari Jl. Cut Meutia dan Jl. Siliwangi – Jl. R. A Kartini, kedua jalan ini merupakan jalur yang sering digunakan oleh masyarakat Kota Bekasi untuk melakukan aktivitas kerja bagi para pegawai maupun aktivitas sekolah bagi para pelajar, sehingga diambil tiga hari yaitu hari Senin, Kamis dan

Minggu. Waktu survey dilakukan pada jam sibuk yaitu: Pagi 06.30-08.30 WIB, Siang 11.30-13.00 WIB, Sore 16.00-18.00 WIB

Volume lalu lintas dicatat per 15 menit agar mendapatkan data yang lebih akurat yang kemudian diolah untuk menjadi volume lalu lintas tiap jam. Untuk menentukan jam puncak yaitu dengan memilih volume lalu lintas tiap jam yang terbesar. Setelah didapatkan data volume lalu lintas untuk tiap jam (smp/jam) dan periode pengamatan (pagi, siang, sore) masing-masing untuk hari Senin, Kamis dan Minggu, maka selanjutnya adalah dengan menjumlahkan volume lalu lintas setiap masing-masing gerakan pada setiap lengan simpang. Untuk menentukan jam puncak yaitu dengan memilih volume lalu lintas terbanyak pada setiap periode (pagi, siang, sore).

Surveyor yang dibutuhkan untuk survey pencacahan volume arus lalu lintas dan jenis kendaraan minimal terdiri dari 12 (dua belas) orang surveyor dengan rincian setiap lengan pada simpang ada tiga surveyor yang mencatat volume arus lalu lintas tiap-tiap surveyor mencatat kendaraan LV, HV dan MC dengan perincian surveyor sebagai berikut:

1. Jl. R. A. Kartini (3 surveyor)
2. Jl. Siliwangi (3 surveyor)
3. Jl. Cut Meutia untuk bagian Barat (3 surveyor)
4. Jl. Cut Meutia untuk bagian Timur (3 surveyor)
5. Khusus untuk surveyor yang mencatat hambatan samping untuk tiap-tiap lengan simpang ada 1 orang.

Alat Penelitian

Dalam pengambilan data digunakan beberapa alat untuk menunjang pelaksanaan penelitian sebagai berikut:

1. *Stopwatch*
Adalah alat yang digunakan sebagai pencatat waktu tundaan lalu lintas di jalan utama, dapat juga digunakan untuk melakukan survey kecepatan kendaraan.
2. *Hand counter* atau pencacah
Adalah sebuah alat yang digunakan untuk menghitung jumlah kendaraan yang melewati persimpangan berdasarkan jenis kendaraan pada masing-masing lengan per-periode.
3. Rol meter
Adalah alat yang digunakan sebagai pengukur lebar jalan pada tiap-tiap lengan dipersimpangan.
4. Formulir-formulir penelitian dan alat tulis
Berfungsi sebagai alat pencatat hasil dari data-data primer yang ada pada waktu pengamatan berlangsung.

Tata Cara Perhitungan

Dari hasil pencacahan kendaraan bermotor pada yang dilakukan selama tiga hari, menurut jenisnya kemudian dihitung jumlah keseluruhannya, lalu jumlah kendaraan tersebut diubah kedalam satuan standar yaitu satuan mobil penumpang (smp). Selanjutnya dilakukan desain perencanaan dengan menggunakan data berdasarkan hasil survey lapangan untuk analisa operasional dan beberapa alternatif untuk analisa perencanaan guna optimalisasi kinerja simpang dari kondisi awal.

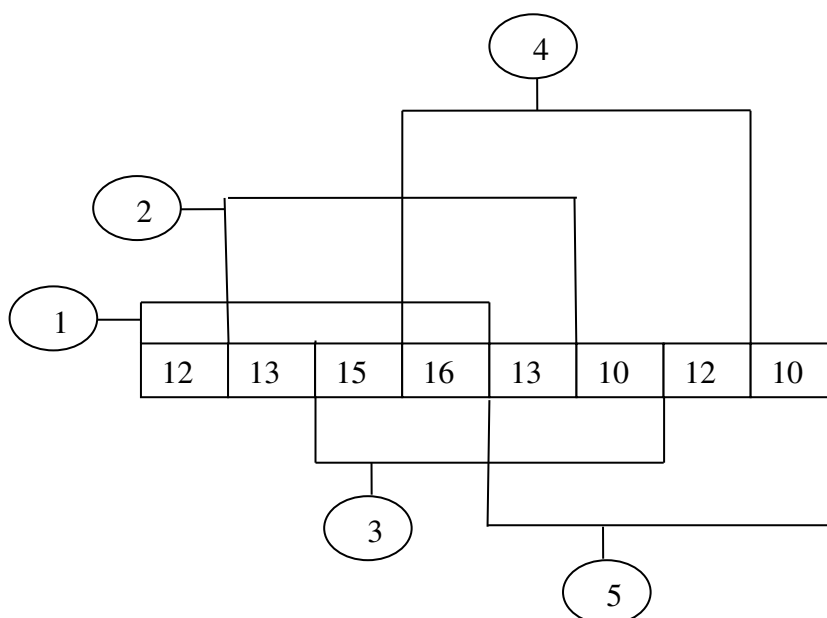
Untuk keperluan perhitungan digunakan data yang memiliki jam puncak tertinggi diantara periode jam sibuk dari ketiga hari tersebut. Pada perhitungan analisis simpang ini digunakan metode MKJI 1997 untuk menentukan perilaku lalu lintas. Tahapan selanjutnya sebagai lanjutan analisa data kemudian didapatkan suatu analisa data yang dapat digunakan untuk mengetahui hasil penelitian yang didapat. Adapun hasil analisa data yang digunakan adalah analisa operasional yang dilakukan berdasarkan data masukan survey pada kondisi awal untuk mengetahui tingkat pelayanan simpang kondisi sekarang, sehingga dari hasil analisa operasional ini digunakan sebagai dasar perencanaan untuk melakukan perubahan guna mendapat kinerja dan kapasitas simpang yang optimal.

Penghitungan Data Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas merupakan data primer yang diperoleh dari survey lapangan yang dilakukan pada setiap pendekatan persimpangan Data yang didapat kemudian dimasukkan pada

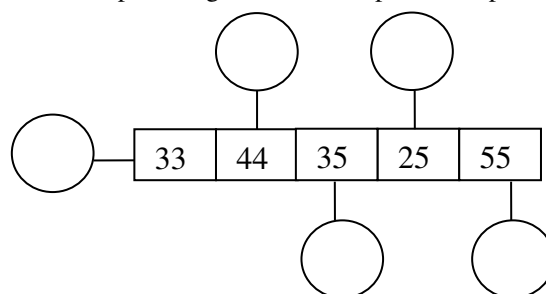
kolom yang berjumlah delapan buah, masing-masing kolom diisi dengan hasil (nilai) dari hasil survey. Selanjutnya data per 15 menit yang sudah terisi pada masing-masing kolom dijumlahkan secara berpasangan, yaitu penjumlahan secara mendatar empat kolom pertama, empat kolom kedua, empat kolom ketiga, empat kolom keempat sampai empat kolom kelima. Penjumlahan dilakukan untuk mendapatkan data jam puncak (*peak hour*), yang kemudian dimasukkan pada masing-masing kolom yang berjumlah lima buah kolom.

Data jam puncak berbeda-beda jumlahnya, maka dipilih yang paling besar jumlahnya karena dianggap menunjukkan jam yang maksimum nilainya (paling puncak). Cara penjumlahan data volume lalu lintas dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Penjumlahan Data Volume Lalu Lintas

Setelah didapatkan nilai tertinggi pada jam puncak, maka berikutnya dibuat lagi kolom untuk menempatkan hasil dari perhitungan tersebut, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Kolom Penempatan untuk Hasil Penjumlahan pada Jam Puncak

Prosedur Perhitungan Simpang Bersinyal dengan KAJI (ver 1.10 x)

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) adalah panduan yang diperlukan untuk perencanaan, perancangan dan operasi fasilitas lalu-lintas jalan di Indonesia. Perangkat lunak KAJI menerapkan metoda perhitungan yang dikembangkan dalam MKJI. Tujuannya adalah menganalisis kapasitas dan perbedaan kinerja dari fasilitas lalu lintas jalan (misalnya: ruas jalan, simpang bersinyal maupun simpang tak bersinyal) pada geometri dan arus lalu lintas yang ada. Hasil dari perhitungan KAJI hampir menyamai perhitungan secara manual yang ada dalam panduan perhitungan MKJI (1997).

Instalasi Software

Untuk meng-*install* KAJI pada komputer diperlukan program KAJI dalam disket atau *flashdisk*.. Pada bagian atas direktori terdapat nama *file* "INSTALL.BAT". Jika menjalankan *file* ini, program KAJI akan terpasang.

1. Masukkan disket atau *flashdisk* yang berisi program KAJI. Ketik "install A" atau "install B" tergantung letak disket tersebut. (Dalam DOS lakukan: c:\>A:\install A <Enter> atau B:\>install B <Enter>) suatu direktori (C:\KAJI) sekarang ada dalam *hardisk*. Jika ada direktori lama dengan nama ini, maka *file-file* KAJI akan tercetak di sana.

2. Program KAJI siap dijalankan

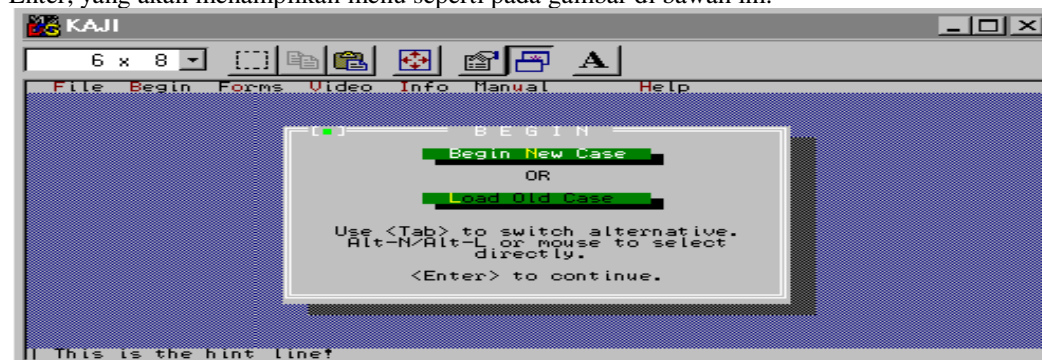
Catatan: KAJI versi ini dapat dijalankan pula dalam *Windows Explorer*, atau dengan membuat *shortcut* di *desktop* (*file shortcut* berupa *kaji.exe*).

Operasional Program KAJI

Setelah program KAJI ter-*install*, jalankan program dengan mengetik (dalam format DOS) atau dengan mengklik *file kaji.exe* di *Windows Explorer*, atau dengan mengklik dua kali di *shortcut* yang telah dibuat, maka di layar monitor akan menampilkan menu pembuka KAJI seperti gambar di bawah ini.



tersebut terlihat kemudian dilanjutkan dengan menekan tombol <Enter> atau dengan klik tombol Enter, yang akan menampilkan menu seperti pada gambar di bawah ini.

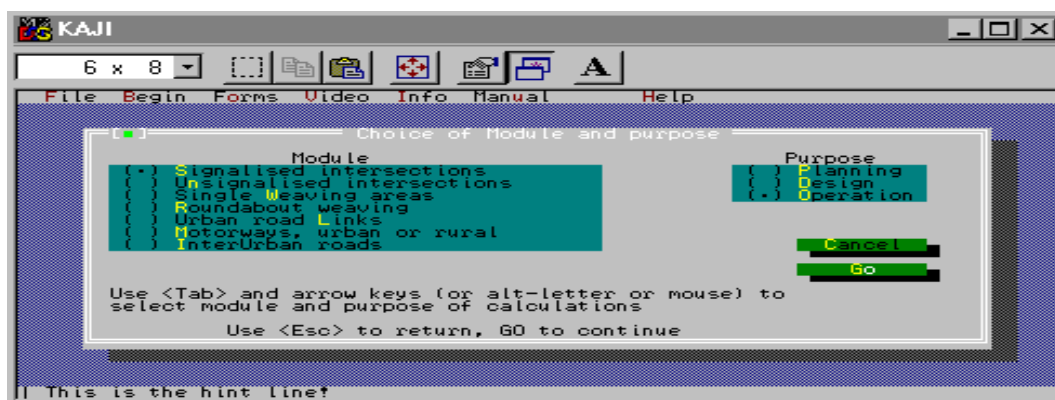


Sumber: Prosedur Perhitungan Simpang Bersinyal dengan KAJI, 1997

Gambar 3. Tampilan Menu Pembuka Program KAJI

Pada layar ini terdapat dua pilihan, memulai soal baru atau mengisi soal lama. Bila beroperasi dalam DOS, lalu tentukan pilihan dengan <Tab> diikuti dengan <Enter> untuk menegaskan pilihan (atau dengan mengklik opsi yang diinginkan), menutup jendela dan membuka jendela berikutnya. Kemudian dilanjutkan dengan *alternative "begin"* yang ada dalam daftar menu.

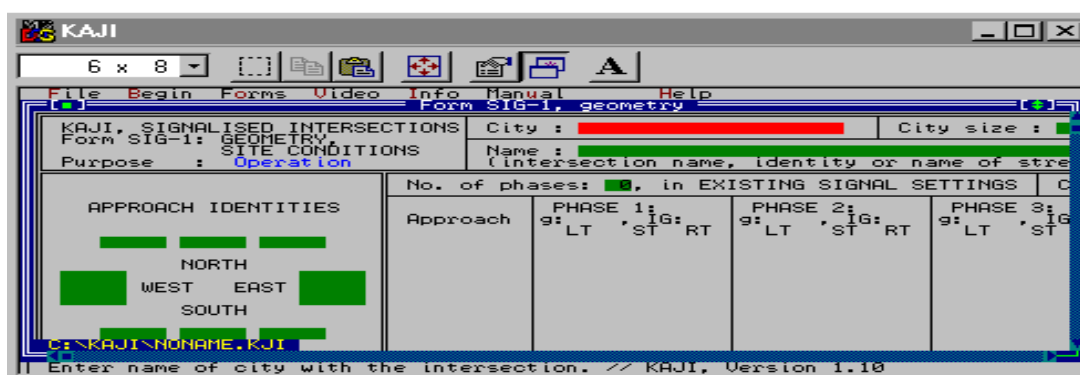
Menu ini biasanya diakses dengan <Alt> dan angka atau huruf bersinar yang sesuai. Untuk mencoba ini, tutup jendela "lama" atau "baru" dengan <ESC> dan tekan (tahan) <Alt> sambil menekan untuk masuk menu *begin*. Jika satu-satunya hasil yaitu *begin* bersinar tetapi tidak ada menu terlihat, tekan <Enter>. Perintah pendek untuk "Hal baru" adalah <Alt>-<N>, di layar monitor akan tampil jendela seperti pada Gambar 4. Terdapat tujuh modul didalam perangkat lunak KAJI seperti pada gambar di atas, yaitu: simpang bersinyal, simpang tak bersinyal, bagian jalinan, bundaran, jalan perkotaan, jalan bebas hambatan, dan jalan luar kota. Pada Modul pilih *signalised intersection*, dilanjutkan dengan menekan <Enter>. Bentuk pertama dari modul yang dipilih akan muncul dalam "jendela bentuk".



Sumber: Prosedur Perhitungan Simpang Bersinyal dengan KAJI, 1997

Gambar 4. Tampilan Menu Kedua Program KAJI

Jika yang muncul "jendela informasi" bukan "formulir", tekan <Enter> untuk melanjutkannya. Pada layar akan muncul jendela/layar formulir seperti pada gambar di bawah ini. Sumber: Prosedur Perhitungan Simpang Bersinyal dengan KAJI, 1997



Gambar 5. Tampilan Bagian Atas Formulir SIG-1

Pada Gambar 5, sel masukan aktif ditunjukkan dengan warna yang kontras. Ketik data yang ingin dimasukkan sesuai dengan yang dibutuhkan pada sel masukan tersebut, kemudian dilanjutkan dengan menekan tombol <Enter>, atau <Tab>, atau <Shift><Tab>. Tombol <Enter> akan memasukkan data ke dalam program dan akan tetap berada pada sel masukan aktif, tombol <Tab> juga digunakan untuk memasukkan data tetapi sel masukan aktif akan berpindah ke sel masukan berikutnya, <Shift><Tab> masuk dan memindahkan ke sel sebelumnya. Dengan cara

yang sama masukkan data yang diminta semua bidang sel pada formulir. Kemudian dilanjutkan dengan formulir berikutnya (tekan tombol <Alt><2> untuk formulir nomor dua dan seterusnya). Jika data yang dimasukkan salah (misalnya teks ke dalam bidang masukan bilangan/angka), KAJI tidak akan menerima masukan tersebut, tetapi akan menggunakan masukan sebelumnya atau menggunakan harga "default".

Pada Gambar 5, pada baris paling bawah, terdapat teks/informasi yang berkaitan dengan sel masukan aktif. Dalam kebanyakan hal, informasi ini akan memberikan bantuan mengenai jenis input/data yang harus disiapkan. Setiap kali data masukan diisikan/ditegaskan, akan menyebabkan sel keluaran/perhitungan dalam formulir (ditunjukkan dengan warna yang lain) berubah. Perhitungan dilakukan secara otomatis ketika ada data masukan yang berubah atau dimasukkan. Banyak formulir mempunyai ukuran yang lebih besar daripada ukuran layar monitor. Umumnya hanya dapat terlihat sebagian dari formulir tersebut. Ada beberapa cara untuk dapat melihat seluruh bagian dari formulir tanpa memasukkan data. Salah satu cara adalah dengan menekan tombol <Tab> untuk berpindah dari satu bidang masukan ke bidang masukan berikutnya secara berurutan. <Shift><Tab> juga bekerja dengan cara yang sama hanya arahnya berlawanan. Cara lain adalah dengan menggunakan tombol tanda panah. Anda dapat bergerak ke atas, bawah, kanan, atau kiri secara perlahan. Cara yang lebih cepat adalah dengan menggunakan tombol <Home>, <End>, <PgUp>, atau <PgDn>. Jika ingin menyimpan semua data dari soal yang sedang ataupun telah dikerjakan, pilihlah alternatif "Save" pada menu *file*, ketik nama *file* yang diinginkan dan lanjutkan dengan konfirmasi [OK]. Data yang telah disimpan dapat dibaca kembali kemudian melalui pilihan "Load" pada menu *file*.

Langkah 1 (Geometri dan Kondisi Lingkungan)

Informasi untuk diisikan pada bagian atas Formulir SIG-1 adalah:

1. Bagian kepala formulir.
 - a. Diisi kota, tanggal, dikerjakan oleh, periode (AM, PM *peak*), hal dan letak persimpangan.
 - b. *City size*: diisi jumlah penduduk wilayah kota dengan ketelitian 0,1 juta penduduk.
2. Pada bagian kiri tengah formulir SIG-1 dapat didefinisikan pendekatan (*approach indentities*) sampai dengan 12 pendekatan. Pendekat harus didefinisikan sebelum memasukkan data di bagian dasar SIG-1. Contoh pemasukan data dapat dilihat pada Gambar 6. Gunakan Utara, Selatan, Timur, Barat atau tanda lainnya yang jelas untuk menamakan pendekatan-pendekatan tersebut. Perhatikan bahwa lengan simpang dapat dibagi oleh pulau lalu lintas menjadi dua pendekatan atau lebih, misal N(LT+ST), N(RT). Cara yang sama digunakan jika pergerakan lalu lintas pada pendekatan tersebut mempunyai lampu hijau yang berbeda fasenya.

Approach	PHASE 1: g: 10.0, IG: 4.4			PHASE 2: g: 10.0, IG: 4.4			PHASE 3: g: 10.0, IG: 4.4		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
N2 Pnn-U	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO
S2 Pnn-S									
E2 Kndkn									
W2 Beltg									

Sumber: Prosedur Perhitungan Simpang Bersinyal dengan KAJI, 1997

Gambar 6. Tampilan Formulir SIG-1

3. Jika ingin KAJI untuk menghitung "kondisi sekarang", dapat dimasukkan jumlah fase, waktu hijau dan antar hijau dan pola arus di Formulir SIG-1. Ini adalah nilai pada sel untuk jumlah fase sekarang (*existing number of phase*) pada "kondisi sekarang" yang menentukan apakah perhitungan pada formulir SIG-4 dibuat untuk "kondisi sekarang" atau yang "dihitung". Jika bidang sel untuk jumlah fase pada SIG-1 adalah 0 maka SIG-4 akan menghitung kondisi yang optimum (dan sel untuk hijau, antar hijau dan seterusnya tidak dapat dimasukkan pada formulir SIG-1). Jika jumlah fase > 0, maka perhitungan pada SIG-4 adalah untuk "kondisi sekarang" yang didefinisikan di SIG-1. Perlu diingat bahwa jika ingin menghitung "kondisi sekarang", maka semua waktu hijau dan antar hijau harus dimasukkan dan juga pola arus yang lengkap untuk setiap fase. Nilai untuk hijau sekarang (*existing green*) dan antar hijau sekarang (*existing intergreen*) dapat dimasukkan sampai mendekati sepersepuluh detik.
4. Nilai masukan yang diperbolehkan untuk kontrol arus fase (*phase flow control*) umumnya GO/STOP. Jika belok kiri waktu merah (LTOR) diperbolehkan untuk pendekat, maka bidang kontrol arus fase untuk LT (belok kiri) selalu LTOR. KAJI tidak memeriksa konsistensi untuk perangkat yang sekarang (misalnya semua arus mempunyai hijau, paling sedikit sekali selama siklus). Pemeriksaan hanya dilakukan jika gambar fase menunjukkan hijau awal atau hijau akhir. Kemudian hal ini diperhitungkan di SIG-4.
5. Masukan data kondisi dari lokasi lainnya yang berhubungan dengan kasus ini pada tabel di bagian bawah (gunakan <PgDn> atau tanda panah bawah) dari formulir adalah seperti pada Gambar 3.7.
6. Tipe lingkungan jalan (kolom 2): Masukkan tipe lingkungan jalan (COM = komersial; RES = permukiman; RA = akses terbatas) untuk setiap pendekat.
7. Tingkat hambatan samping (kolom 3): Masukkan tingkat hambatan samping:
 - a. Tinggi: Besar arus berangkat pada tempat masuk dan keluar berkurang oleh karena aktivitas di samping jalan pada pendekat seperti angkutan umum berhenti, pejalan kaki berjalan sepanjang atau melintas pendekat, keluar masuk halaman di samping jalan tersebut.
 - b. Rendah: Besar arus berangkat pada tempat masuk dan keluar tidak berkurang oleh hambatan samping dari jenis-jenis yang disebut di atas.
8. Median (kolom 4): dimasukkan jika terdapat median pada bagian kanan dari garis henti dalam pendekat (Ya/Tidak).
9. Kelandaian (kolom 5): dimasukkan kelandaian dalam % (naik = + %; turun = - %), jika tidak ada angka yang dimasukkan maka nilai dasarnya adalah 0,0.

Approach code (1)	Road environment (2)	Side friction Hi/Med/Lo (3)	Median Y/N (4)	Gradient + or - in % (5)	Left-turn on red Y/N (6)	Distance to parked veh (m) (7)	Appro w, ap (8)
N2 Pmn-U	COM	High	Yes	0.00	No	NA	5.
S2 Pmn-S	COM	High	Yes	0.00	No	NA	6.
E2 Kmdkn	COM	High	Yes	0.00	No	NA	5.
W2 Beltg	RES	Low	No	0.00	No	NA	4.

Sumber: Prosedur Perhitungan Simpang Bersinyal dengan KAJI, 1997

Gambar 7. Tampilan Bagian Bawah Formulir SIG-1

10. Belok kiri langsung (kolom 7): dimasukkan jika belok kiri langsung (LTOR) diijinkan (Ya/Tidak) pada pendekat tersebut (pada diagram fase secara otomatis akan tertulis LTOR pada pendekat yang bersangkutan).

11. Jarak ke kendaraan parkir (kolom 8): dimasukkan jarak normal antara garis-henti dan kendaraan pertama yang diparkir di sebelah hulu pendekat, untuk kondisi yang dipelajari.
12. Lebar pendekat (kolom 8 s.d. 11): dimasukkan lebar (ketelitian sampai sepersepuluh meter terdekat) bagian yang diperkeras dari masing-masing pendekat (hulu titik belok untuk LTOR), Belok kiri langsung, tempat masuk dan tempat keluar (bagian tersempit setelah melewati jalan melintang). Sel untuk LTOR hanya perlu jika LTOR diperbolehkan. Jika LTOR dilarang sel ini diabaikan. Perlu diperiksa bahwa lebar pendekat adalah benar jika akan menguji (antara alternatif) LTOR dan bukan LTOR dalam menjalankan KAJI. Jika pendekat secara fungsional mempunyai lajur khusus RT (*exclusive RT-lane*) maka hal ini harus ditunjukkan. Pada beberapa persoalan, mungkin juga harus menunjukkan jika pendekat adalah jalan satu arah (*one way street*). Sel tambahan KAJI ini (dibandingkan dengan formulir untuk perhitungan manual) adalah perlu untuk estimasi lebar efektif, kapasitas, faktor koreksi dan seterusnya pada SIG-4.

Langkah 2 (Arus Lalu Lintas)

Formulir tambahan SIG-2S (arus lalu-lintas yang disederhanakan) terdapat pada perangkat lunak KAJI. Dibandingkan dengan formulir SIG-2 formulir tambahan membolehkan data arus lalu lintas sebagai arus per jam yang tidak diklasifikasikan (*unclassified hourly flows*) atau LHRT (arus rata-rata per hari dalam setahun). SIG-2S dapat juga menangani data klasifikasi arus per jam (*classified hourly flow data*), SIG-2S hanya dapat digunakan jika menetapkan "planning" (perencanaan) atau "design" (perancangan) dalam layar dialog "module-and-purpose" (modul dan tujuan) (umumnya pada awal perbahan). Formulir komputerisasi SIG-2 secara garis besar tidak berbeda dari formulir yang digunakan untuk perhitungan manual. Contoh formulir SIG-2 dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Approach	Move-ment	T R A F F I C F L O W						M O T O R I S E D V		
		Light Vehicles			Heavy Vehicles			Motorcycles (MC)		
		pce,protected = 1.00	pce,protected = 1.30	pce,protected = 0.						
		pce,opposed = 1.00	pce,opposed = 1.30	pce,opposed = 0.						
(1)	(2)	veh/h (3)	Prot. (4)	Opp. (5)	veh/h (6)	Prot. (7)	Opp. (8)	veh/h (9)	Prot. (10)	Opp. (11)
N2 Pmn-U	LT/LTOR	93	93	93	12	14	14	1698	138	27
	ST	384	384	384	0	0	0	340	67	6
	RT	22	22	22	1	1	1	31	31	6
	Total	499	499	499	12	15	15	2544	509	101

Input traffic flow turning left. Also LTOR flow should be entered. // KAJI, Ue

Gambar 8. Tampilan Formulir SIG-2

Semua nilai arus untuk pendekat disarankan selalu diisi, juga arus belok kiri untuk pendekat dengan LTOR yang diperbolehkan. Alasannya adalah arus ini mempengaruhi proporsi arus RT dan ST terhadap total arus. Dalam beberapa hal proporsi ini tidak digunakan (untuk soal yang masukan arus LTOR-nya tidak berpengaruh) tetapi untuk soal lain akan mempengaruhi faktor koreksi. Jika arus LTOR adalah masukan, perangkat lunak KAJI akan mempergunakannya bila perlu. Arus LTOR juga perlu untuk perhitungan pada formulir SIG-5. Dimasukkan data arus lalu lintas untuk masing-masing jenis kendaraan bermotor dalam kendaraan/jam pada kolom 3, 6, 9 dan arus kendaraan tak bermotor pada kolom 17.

Langkah 3 (Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang)

Pada baris kiri vertikal dari tabel terdapat pendekatan yang didefinisikan di formulir SIG-1. Pada baris atas tabel dimasukkan "identities for conflicting approaches/flow" (tanda untuk pendekatan/arus yang konflik) yang mungkin mempengaruhi waktu semua merah. Formulir SIG-3 adalah seperti pada gambar di bawah ini.

EVAC. TRAFFIC		ADVANCING TRAFFIC				
Approach	Speed V_e m/sec	Approach	Kmdkn	Bltg	Pmn-S	Pmn-U
		Speed V_a m/sec	10.0	10.0	10.0	10.0
N2 Pmn-U	10.00	Dist Evac+Ueh len-Adv(m)	15+0-1.2	0+0-0.0	0+0-0.0	0+0-0.0
		Time evac-adv (sec)	1.7-1.2	0.0-0.0	0.0-0.0	0.0-0.0
S2 Pmn-S	10.00	Dist Evac+Ueh len-Adv(m)	0+0-0.0	20+0-1.0	0+0-0.0	0+0-0.0
		Time evac-adv (sec)	0.0-0.0	2.2-1.0	0.0-0.0	0.0-0.0
E2 Kmdkn	10.00	Dist Evac+Ueh len-Adv(m)	0+0-0.0	0+0-0.0	10+0-1.2	0+0-0.0
		Time evac-adv (sec)	0.0-0.0	0.0-0.0	1.8-1.2	0.0-0.0
W2 Beltg	10.00	Dist Evac+Ueh len-Adv(m)	0+0-0.0	0+0-0.0	0+0-0.0	15+0-1.8
		Time evac-adv (sec)	0.0-0.0	0.0-0.0	0.0-0.0	1.7-1.3

Sumber: Prosedur Perhitungan Simpang Bersinyal dengan KAJI, 1997

Gambar 9. Tampilan Formulir SIG-3

Formulir komputerisasi SIG-3 kurang otomatis dibandingkan dengan formulir SIG yang lain. Pada tahap ini perhitungan perangkat lunak KAJI tidak perlu mengetahui suatu pendekatan yang mempunyai waktu hijau untuk suatu fase. Sebenarnya informasi bahwa KAJI menggunakan formulir SIG-3 terlihat dari sel untuk "all red and amber time" (waktu semua merah dan kuning) untuk setiap fase yang didefinisikan pada bagian dasar formulir.

Nilai dasar untuk kuning (3,0 detik) terdapat di SIG-3. Waktu kuning = 0,0 detik tidak dapat diterima oleh KAJI. Jika "harus" memasukkan nilai kurang dari 0,001 detik bisa diterima (ini juga berlaku untuk waktu semua merah, didasar formulir). Jika mendefinisikan fase awal atau akhir hijau dalam SIG-4 maka KAJI akan mengabaikan waktu kuning dan semua merah dari SIG-3 antara awal hijau dan hijau utama atau antara merah utama dan akhir hijau. Jika tidak memasukkan apapun dalam formulir SIG-3, KAJI akan menggunakan nilai normal untuk perhitungan pada formulir SIG-4. Nilai normal (4,5 atau 6 detik) tergantung dari lebar yang diberikan pada formulir SIG-1. Jika sudah menetapkan perangkat lunak dalam formulir SIG-1, KAJI akan mengabaikan informasi dari formulir SIG-3 sebelumnya.

Langkah 4 (Penentuan Waktu Sinyal dan Kapasitas)

Formulir SIG-4 ini adalah salah satu formulir yang kompleks dalam perangkat lunak KAJI. Meskipun data yang dimasukkan sedikit, tetapi sangat penting (untuk perhitungan) bahwa data adalah benar. Layar formulir SIG-4 adalah seperti pada gambar di bawah ini.

KAJI - SIGNALISED INTERSECTIONS
Form SIG-4 : SIGNAL TIMING, CAPACITY
Purpose : Operation

City : Banjarmasin
Intersection : Jl. S. Parman

Traffic flows, pcu/h (Protected + Opposed)

EXISTING SIGNAL SETTINGS DISPL

Phase 1	Phase 2
Pmn-U	Pmn-U
P:54 O:85	P:246 O:384
P:724 O:1063	
P:69 O:120	P:193 O:344
P:214 O:222	P:84 O:84
Beltg	Kmdkn

C:\KAJI\BUNBUJ1_103.KJI : 222

P or O for protected/opposed // KAJI, Version 1.10

Gambar 10. Tampilan Formulir SIG-4

Jika pengaturan waktu lampu lalu-lintas untuk setiap pendekatan (*approach*) ingin dihitung, maka harus dimasukkan nomor fase pendekatan yang mendapat hijau. Jika perhitungan KAJI dilakukan untuk pengaturan yang sudah ada, sel nomor fase tidak dapat dimasuki (pengaturan yang ada kemudian harus dispesifikasikan di formulir SIG-1). Tipe arus: arus terlindung (*protected*) atau gerak terlawan (*opposed*) juga harus dimasukkan. Untuk disain yang sangat kompleks (banyak pendekatan dan pengaturan sinyal tidak "konvensional"), KAJI dapat mengeluarkan hasil yang kurang tepat. Nilai ini (arus belok kanan melawan) harus diperiksa terhadap sketsa arus pada bagian kiri atas dari lembar SIG-4 dan catat setiap kesalahan yang ditemui.

Jika hijau awal atau hijau akhir ingin ditetapkan untuk setiap pendekatan, lakukanlah hal ini pada sel "split". Nilai antara 0 dan 1 harus dimasukkan. Jika menginginkan hijau awal, spesifikasikan 0,2-0,3 di sel ini. Baris ini akan digunakan untuk perhitungan yang berhubungan dengan hijau awal dan dua baris berikutnya, yang akan dibuat KAJI, akan digunakan untuk hijau utama dan total (hijau awal + hijau utama) secara berturut-turut. Jika ditetapkan 0,7-0,8 baris ini biasanya akan digunakan untuk hijau utama dan baris berikutnya untuk hijau awal. Nilai masukan antara 0 dan 1 pada sel "split" ini akan menyebabkan KAJI memperbanyak jumlah baris untuk pendekatan dari satu ke tiga dan menyarankan nomor fase untuk hijau.

Keterangan tentang nilai "split" (perbandingan yang sebenarnya antara waktu hijau untuk hijau awal atau hijau akhir dengan hijau utama) dapat ditemukan di MKJI. Jika hijau awal atau hijau akhir ditetapkan, periksalah dan perbaiki tipe arusnya (arus terlindung atau gerak terlawan). Biasanya sering terjadi kesalahan umum bahwa pemakai tidak memeriksanya.

KAJI tidak dapat menangani pendekatan yang mempunyai baik hijau awal dan hijau akhir secara bersamaan dengan memuaskan. Sel penting lainnya (termasuk hasilnya) adalah sel untuk lebar efektif. Periksalah apakah nilai ini sesuai dengan nilai yang dimasukkan di formulir SIG-1. Perlu diperhatikan juga bahwa lebar "*exit*" harus berdimensi. Pada KAJI keluaran terbaru, hal ini ditandai dengan tanda "*" sesudah nilai lebar efektif. Nilai "*saturation flow*" (kolom17) dapat dikalikan dengan faktor koreksi yang didapat dari perbandingan antara "*basic saturation flow*" hasil survey dengan "*saturation flow*" dari KAJI pada koreksi eksisting.

Langkah 5 (Panjang Antrian, Kendaraan Terhenti, Tundaan)

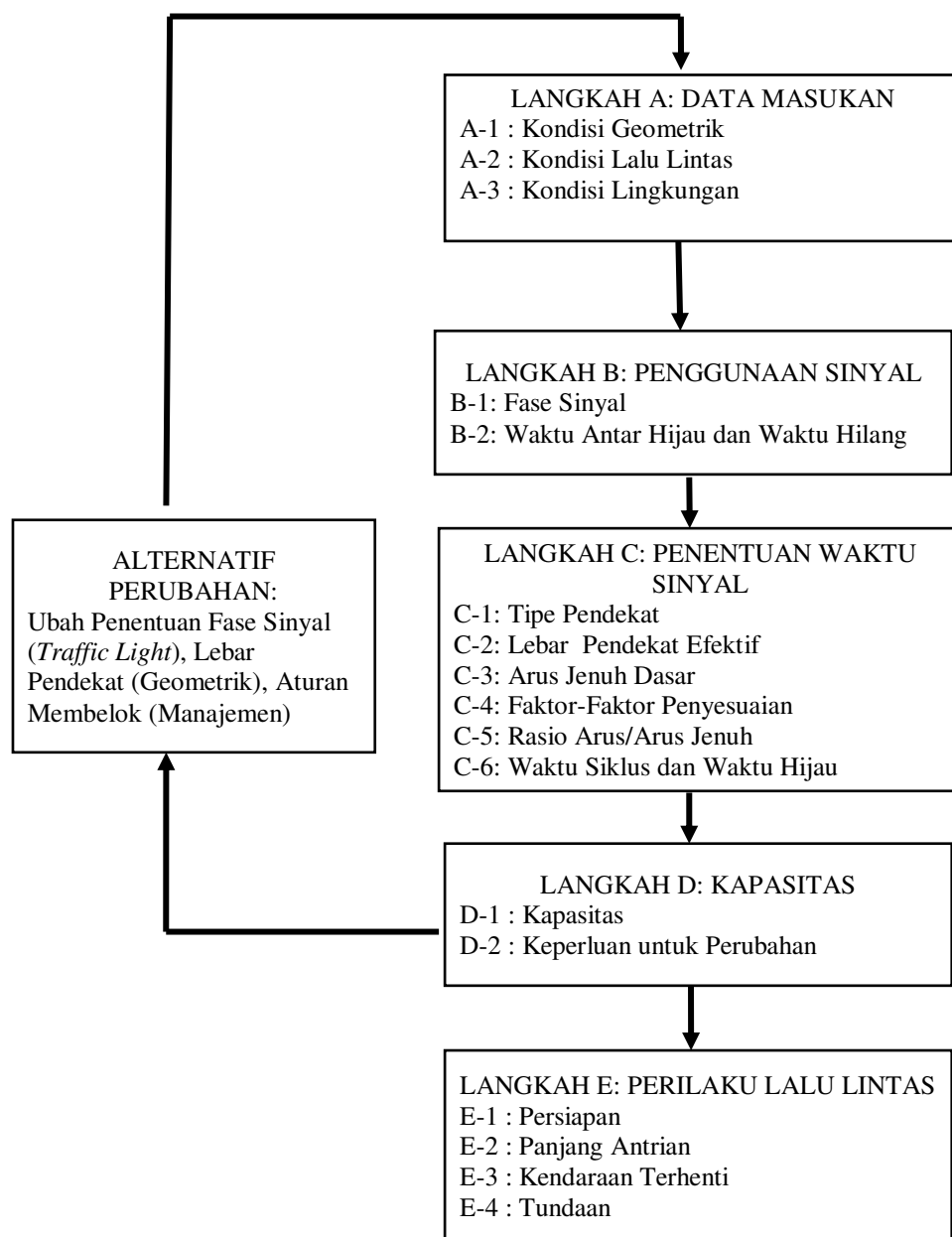
Hasil utama dari model simpang bersinyal terdapat di formulir SIG-5. Formulir SIG-5 merupakan formulir terakhir yang ada dalam rangkaian perhitungan simpang bersinyal pada program KAJI ver 1.10x. Formulir ini berisi rangkuman dari semua hasil utama untuk masalah tertentu. Layar formulir ini dapat dilihat pada Gambar 9..

Pada formulir ini hanya terdapat satu sel-*input*. Peluang antrian (lihat MKJI untuk keterangan dan nilai yang sesuai yang bergantung pada tujuan analisis). Jika dibandingkan dengan formulir untuk perhitungan manual, formulir ini memiliki tambahan kolom, yaitu untuk arus lalu lintas Q , masuk (Q , *entry*). Hal ini memungkinkan untuk melakukan perbandingan antara arus yang digunakan untuk menghitung ukuran kinerja dalam SIG-5 (Q , masuk) dengan arus yang digunakan untuk menentukan waktu sinyal di SIG-4 Pada bagian bawah SIG-5 terdapat sel yang menunjukkan

tingkat kinerja (LOS) yang berdasar pada US HCM 1985. Jika konsep LOS ini dibuat untuk Indonesia, maka sel KAJI ini harus dimodifikasi untuk mencerminkan hal itu.

Bagan Alir Prosedur Perhitungan Simpang Bersinyal

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) prosedur penghitungan simpang bersinyal dapat dilihat secara rinci pada gambar di bawah ini.



Sumber: MKJI, 1997

Gambar 11. Bagan Alir Prosedur Perhitungan Simpang Bersinya

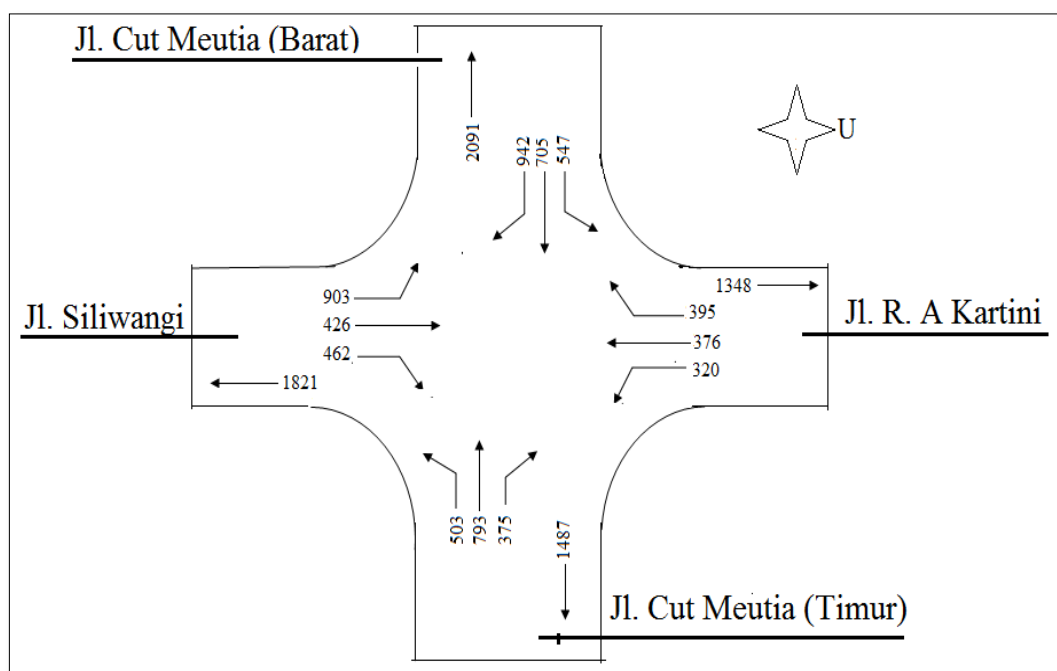
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Data volume lalu lintas merupakan data primer yang diperoleh dari survey lapangan yang dilakukan pada setiap pendekatan persimpangan. Proses pengumpulan data dilakukan selama dua jam pada pagi, siang, dan sore hari. Data dicatat pada formulir yang telah disediakan. Pada proses awal penjumlahan, volume lalu lintas disajikan dalam per 15 menit dari setiap jenis kendaraan yang disurvei serta setiap arah pergerakan yang ditinjau.

Data volume lalu lintas tertinggi (jam puncak) yang didapat setelah melakukan survey volume lalu lintas kemudian diubah ke dalam satuan mobil penumpang (smp), volume lalu lintas pada tiap lengan simpang untuk masing-masing hari dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

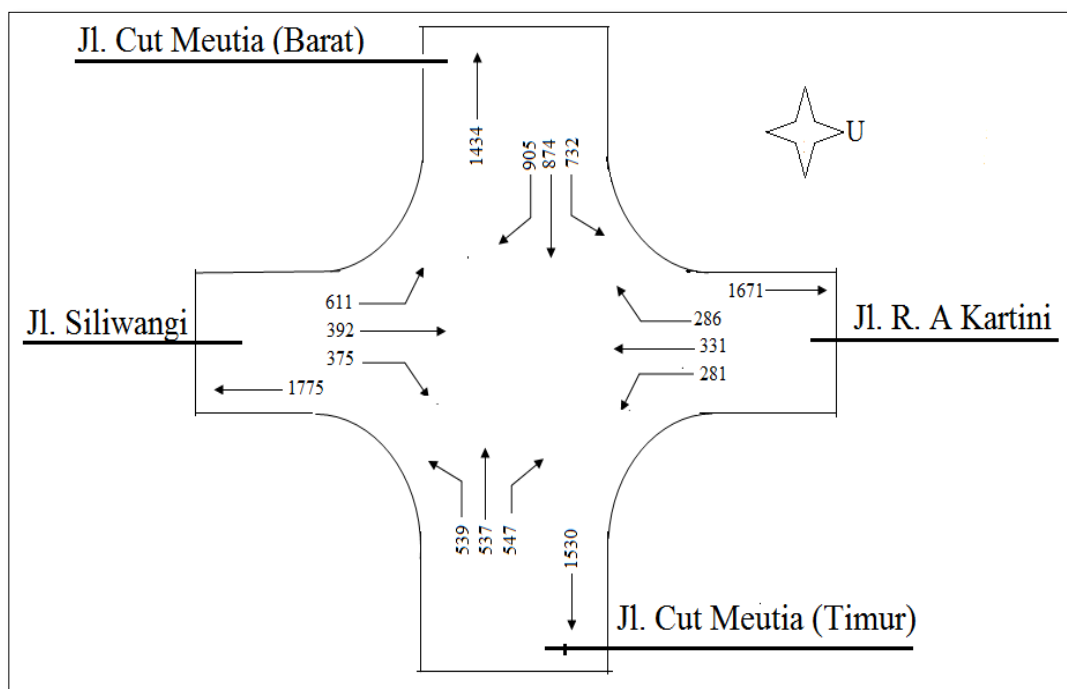
Sumber: Hasil Survey, 2013



Gambar 12. Volume Lalu Lintas Tiap Ruas Jalan pada Hari Senin

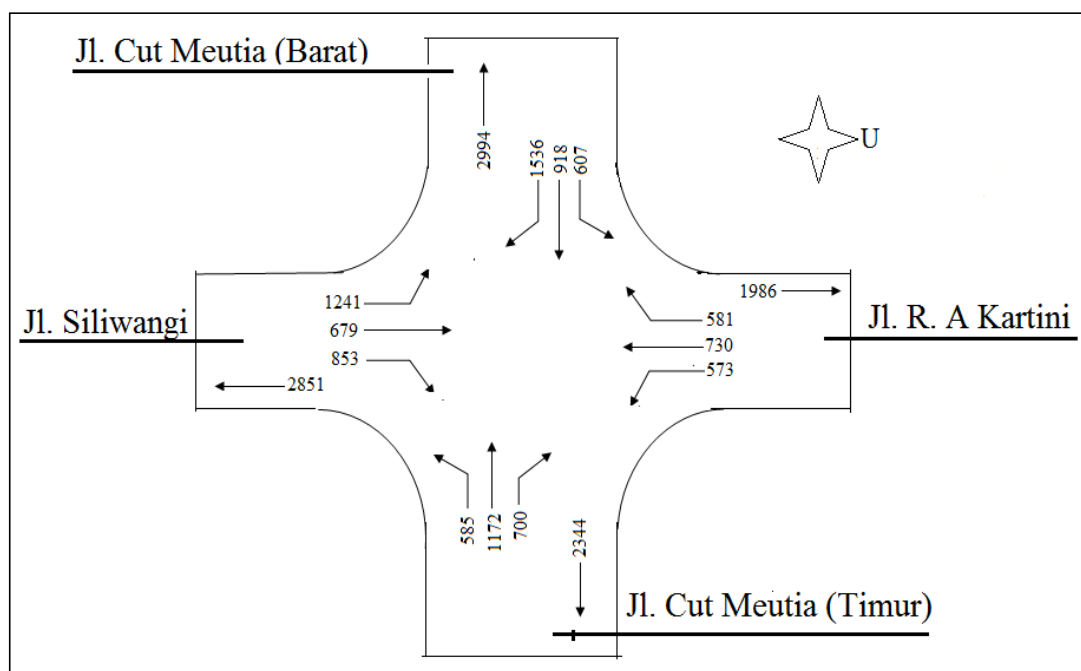
Pada Gambar 4.1 dapat dilihat volume lalu lintas tertinggi pada ruas jalan Cut Meutia (Barat) yaitu dengan volume lalu lintas total mencapai 2.091 smp/jam berbeda dengan volume lalu lintas pada ruas jalan Cut Meutia (Timur) yang hanya mempunyai volume lalu lintas total sebesar 1.487 smp/jam sementara untuk volume lalu lintas pada ruas jalan Siliwangi totalnya hanya 1.821 smp/jam dan untuk volume lalu lintas terendah terdapat pada ruas jalan R. A Kartini yaitu sebesar 1.348 smp/jam.

Pada Gambar 12, volume lalu lintas tertinggi terdapat pada ruas jalan Siliwangi dengan total 1.775 smp/jam dan volume lalu lintas terendah yaitu pada ruas jalan Cut Meutia (Barat) dengan total volume 1.434 smp/jam. Jika dibandingkan dengan volume lalu lintas tertinggi pada hari Senin dengan volume lalu lintas tertinggi yang ada pada hari Kamis terlihat perbedaan yang cukup signifikan yaitu sebesar 316 smp/jam.



Sumber: Hasil Survey, 2013

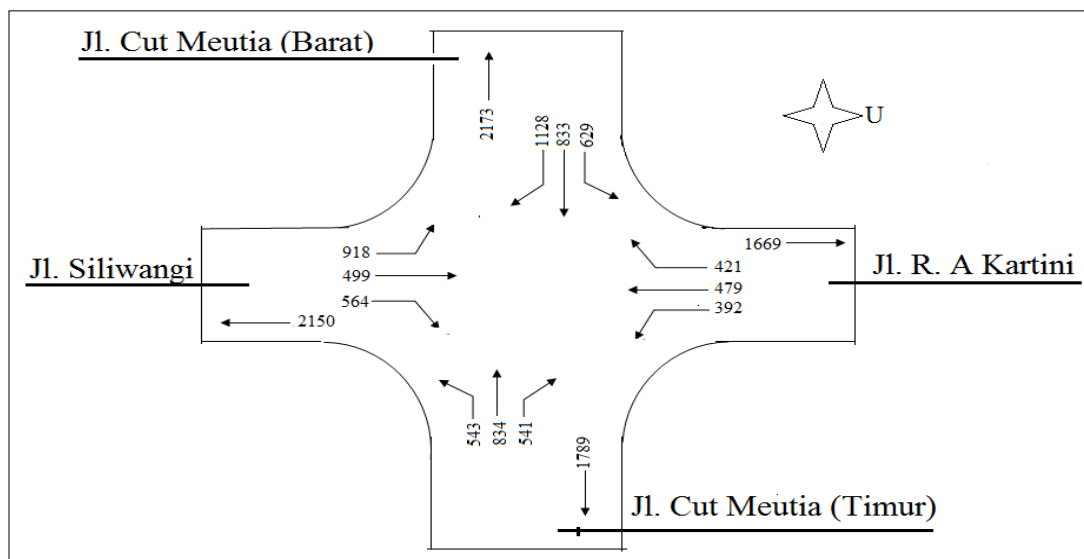
Gambar 13. Volume Lalu Lintas Tiap Ruas Jalan pada Hari Kamis



Sumber: Hasil Survey, 2013

Gambar 14. Volume Lalu Lintas Tiap Ruas Jalan pada Hari Minggu

Ketiga volume lalu lintas pada masing–masing hari kemudian dirata-ratakan dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.4 dengan volume lalu lintas tertinggi terdapat pada ruas jalan Cut Meutia (Barat) dengan volume lalu lintas total 2.173 smp/jam dan volume lalu lintas terendah yaitu pada ruas jalan R. A Kartini.



Sumber: Hasil Survey, 2013

Gambar 15. Volume Lalu Lintas Rata – Rata Tiap Ruas Jalan

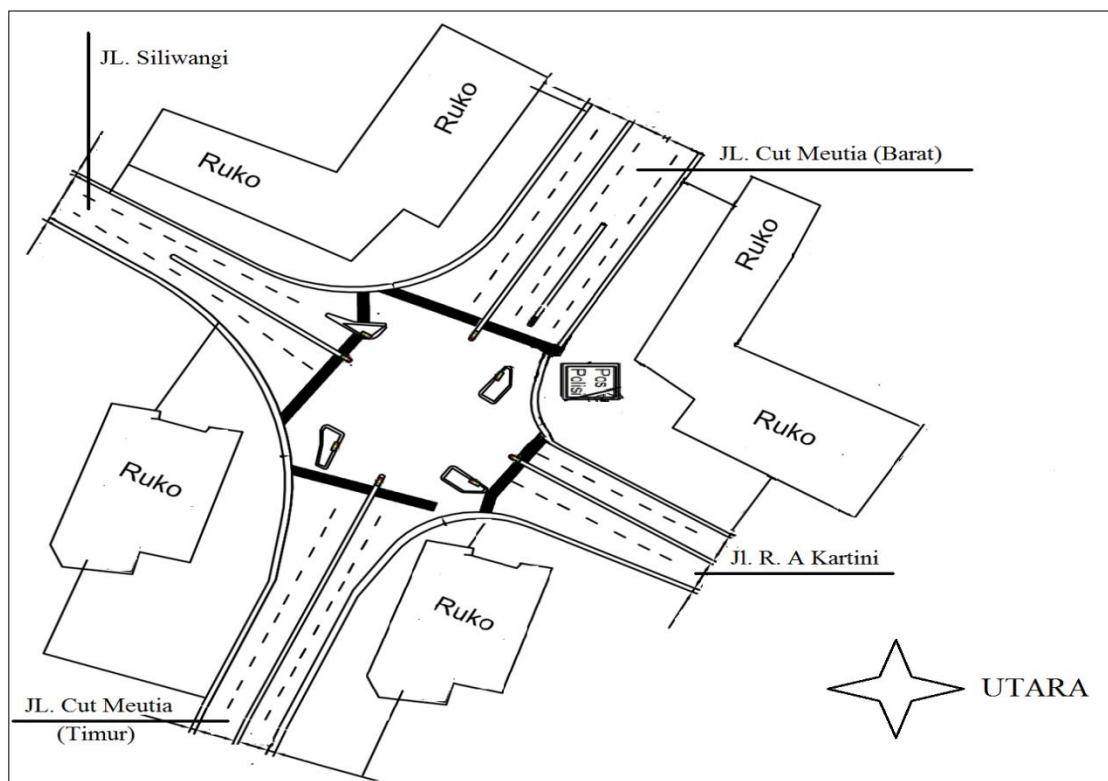
Data Geometrik Simpang

Survey geometrik dilakukan untuk mengetahui keadaan geometrik sebagai data masukan. Survey geometrik dilakukan untuk mendapatkan ukuran lebar pendekat, lebar badan jalan, lebar bahu jalan, lebar trotoar, serta beberapa data yang menyangkut tentang keadaan geometrik simpang maupun sketsa simpang yang dapat dilihat pada Gambar 16. Untuk melengkapi data geometrik yang didapatkan dari survey, data pelengkap bisa juga didapat melalui Dinas Perhubungan. Data survey geometrik simpang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Data Geometrik simpang

Segmen JL. Cut Meutia	Segmen JL. Siliwangi	Segmen JL. R. A Kartini
Lebar Pendekat = 12m	Lebar Pendekat = 12m	Lebar Pendekat = 10m
Lebar Trotoar = 1.65m	Lebar Trotoar = -	Lebar Trotoar = 2.00m
Lebar Damija = 20m	Lebar Damija = 17m	Lebar Damija = 14m
Kemiringan Jalan = 2%	Kemiringan Jalan = 2%	Kemiringan Jalan = 2%

Sumber: Dinas Perhubungan Kota Bekasi, 2012



Sumber: Hasil Survey, 2013

Gambar 16. Sketsa Simpang Jl. Cut Meutia Jl. Siliwangi – Jl. R. A Kartini

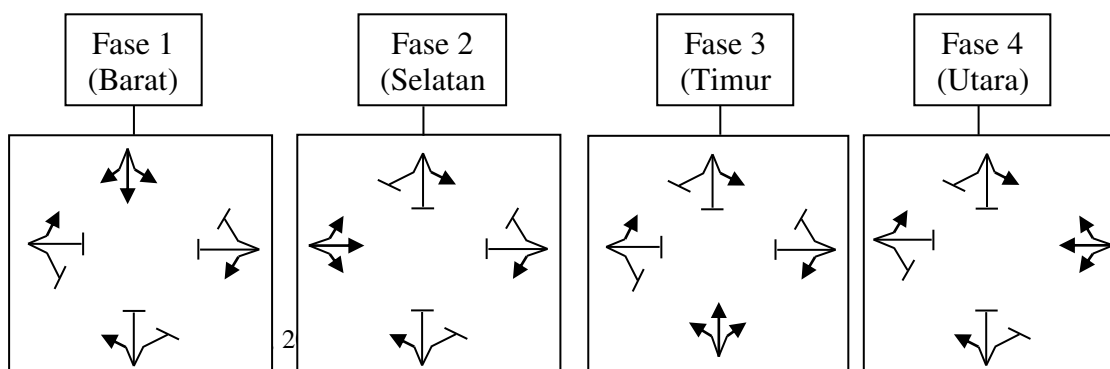
Data Waktu Sinyal

Survey ini dilakukan dengan menggunakan *stopwatch*. *Stopwatch* digunakan untuk mengetahui perubahan pola pemisahan dari setiap fase yang ada, gambar fase yang ada pada simpang Jl. Cut Meutia – Jl. Siliwangi – Jl. R. A Kartini dapat dilihat pada Gambar 17. Pengamatan dilakukan pada tiap pendekatan/lengan simpang, untuk mencatat waktu antar hijau dan waktu hilang dan waktu siklus pada simpang. Data waktu siklus untuk masing-masing lengan simpang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Waktu Siklus untuk Tiap Lengan Simpang

Aspek Warna	Lengan Simpang			
	Barat	Timur	Selatan	Utara
Merah	107 detik	137 detik	142 detik	147 detik
Kuning	3 detik	3 detik	3 detik	3 detik
Hijau	65 detik	35 detik	30 detik	25 detik
Waktu Siklus	175 detik	175 detik	175 detik	175 detik

Sumber: Hasil Survey, 2013



Gambar 17. Fase Sinyal Kondisi Operasional

Analisis Data (Pembahasan)

Kriteria sebuah persimpangan dengan kinerja yang optimal adalah saat derajat kejenuhan hampir sama rendah disetiap pendekat atau lengan persimpangan yang ditinjau, serta panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan waktu tundaan kecil. Semua data hasil survey di lapangan yang berupa data geometrik dan lingkungan simpang pada kondisi awal, data waktu sinyal dan data volume lalu lintas pada simpang digunakan untuk melakukan analisa operasional pada kondisi awal

Metode analisa data pada tahap selanjutnya adalah dengan menggunakan program KAJI ver 1.10x untuk analisa kondisi simpang (kondisi sebenarnya) juga untuk perencanaan kinerja simpang agar lebih optimal.

Analisis Operasional (Kinerja Simpang)

Analisis operasional kinerja simpang dengan menggunakan program KAJI ver 1.10x. Menurut MKJI (1997) ukuran kinerja sebuah simpang dapat diketahui berdasarkan pada kapasitas simpang, derajat kejenuhan, panjang antrian, kendaraan terhenti, dan tundaan. Semua data hasil survey yang telah didapat seperti data geometrik dan lingkungan, data waktu sinyal, dan data volume lalu lintas digunakan sebagai data masukan pada program KAJI ver 1.10x kemudian didapatkan hasil sebagaimana dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Operasional (Kinerja Simpang)

Waktu Survey	Volume (v) smp/jam	Kapasitas (C) smp/jam	Derajat Kejenuhan (DS)	Panjang Antrian (QL)	Tundaan (D) dt/smp	Kendaraan Terhenti (smp/jam)	Rasio v/c	Tingkat Pelayanan (LOS)
04-Maret-2013								
Senin Pagi	2.040	2.080	1,020	152	59,55	1,390	0,980	E
Senin Siang	2.438	2.081	1,077	187	72,41	1,772	1,171	F
Senin Sore	2.652	2.084	1,127	236	72,41	2,135	1,272	F
07-Maret-2013								
Kamis Pagi	2.469	2.082	1,061	173	62,04	1,663	1,185	F
Kamis Siang	2.232	2.082	0,855	120	43,81	0,958	1,072	E
Kamis Sore	3.022	2.084	1,008	170	57,52	1,233	1,450	E
10-Maret-2013								
Minggu Pagi	2.021	2.083	0,934	123	49,23	0,990	0,970	E
Minggu Siang	3.073	2.084	1,828	278	391,83	5,474	1,474	F
Minggu Sore	3.588	2.084	1,923	738	669	5,755	1,721	F

Sumber: Hasil Penelitian, 2013

Tingkat pelayanan adalah ukuran kualitas kondisi lalu lintas yang dapat diterima oleh pengemudi kendaraan. Tingkat pelayanan umumnya digunakan sebagai ukuran dari pengaruh yang membatasi akibat peningkatan volume setiap ruas jalan yang dapat digolongkan pada tingkat tertentu yaitu antara "A" sampai "F". Apabila volume meningkat maka tingkat pelayanan menurun, suatu akibat dari arus lalu lintas yang lebih buruk dalam kaitannya dengan karakteristik pelayanan.

Dari hasil perhitungan pada program KAJI yang terlihat pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa semua nilai tingkat pelayanan pada simpang Jl. Cut Meutia – Jl. Siliwangi – Jl. R. A Kartini berkisar antara "E" sampai "F", ini berarti tingkat pelayanan simpang tersebut telah mendekati batasan minimum yang ditetapkan untuk sebuah tingkat pelayanan pada sebuah simpang. Pada Senin pagi tingkat pelayanan berada pada kondisi "E" dengan nilai derajat kejenuhan 1,020. Kemudian pada Senin siang tingkat pelayanan pada simpang Jl. Cut Meutia – Jl. Siliwangi – Jl. R. A Kartini menurun yaitu berada pada kondisi "F" dengan nilai derajat kejenuhan 1,077 dengan panjang antrian mencapai 187 m. Untuk tingkat pelayanan pada Senin sore tidak terjadi perubahan tingkat pelayanan karena simpang tersebut masih pada kondisi "F", tetapi nilai derajat kejenuhan cenderung meningkat menjadi 1,127 dan diikuti pula peningkatan panjang antrian yang mencapai 236 m. Keadaan simpang pada Senin sore dipengaruhi oleh aktivitas perjalanan pulang para pekerja maupun perjalanan pulang para pelajar dari sekolah.

Untuk tingkat pelayanan pada Kamis pagi, simpang Jl. Cut Meutia – Jl. Siliwangi – Jl. R. A Kartini berada pada kondisi "F" dengan nilai derajat kejenuhan sebesar 1,061. Kondisi simpang pada Kamis pagi dipengaruhi oleh aktivitas keberangkatan para pekerja menuju kantor, para pelajar menuju sekolah maupun aktivitas menuju pusat perbelanjaan ataupun pasar. Pada Kamis siang terjadi hujan yang cukup lebat, sehingga hal tersebut mempengaruhi pergerakan yang terjadi pada

simpang Jl. Cut Meutia – Jl. Siliwangi – Jl. R. A Kartini hal ini dapat dilihat pada perubahan tingkat pelayanan simpang tersebut yang mengalami kenaikan yaitu berada pada kondisi “E” dengan nilai derajat kejenuhan sebesar 0,855. Tingkat pelayanan simpang pada Kamis sore tidak jauh berbeda dengan kondisi pada Kamis siang, karena hujan yang masih berlanjut hingga sore hari menjadikan simpang masih berada pada tingkat pelayanan “E”, namun nilai derajat kejenuhan yang sedikit mengalami perubahan menjadi 1,008.

Tingkat pelayanan pada Minggu pagi berada pada kondisi “E”, dengan nilai derajat kejenuhan sebesar 0,934 dengan panjang antrian 123 m. Untuk tingkat pelayanan pada Minggu siang terjadi perubahan menjadi pada kondisi “F” dengan nilai derajat kejenuhan mencapai 1,828 dan perubahan panjang antrian yang mencapai 278 m. Pada Minggu sore tingkat pelayanan simpang Jl. Cut Meutia – Jl. Siliwangi – Jl. R. A Kartini masih berada pada kondisi “F”, namun terjadi perubahan pada nilai derajat kejenuhan menjadi 1,923 serta panjang antrian yang mencapai 738 m. Tingkat pelayanan pada hari Minggu dipengaruhi oleh aktivitas di akhir pekan seperti menghabiskan waktu untuk berlibur dengan mengunjungi tempat rekreasi, berkumpul dengan keluarga maupun aktivitas lain yang dapat melepas penat karena kesibukan yang dilakukan selama hari kerja.

Analisis Perencanaan

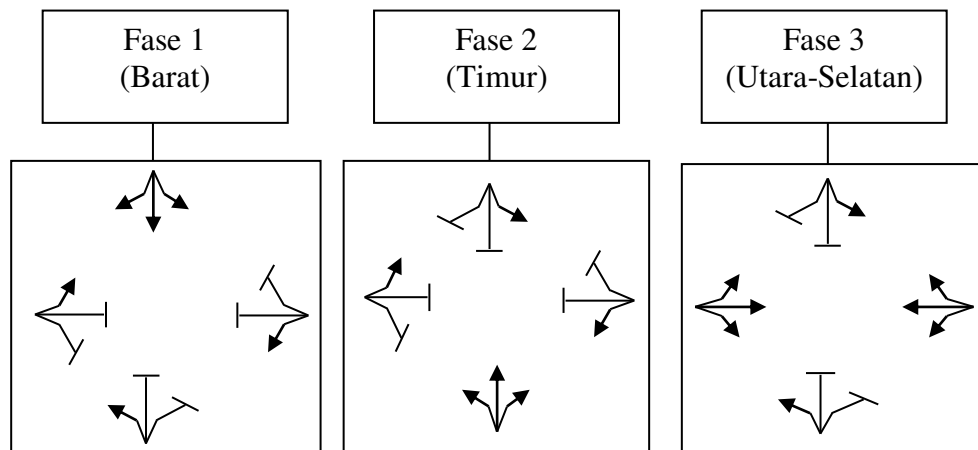
Setelah melakukan analisis operasional pada simpang dengan menggunakan KAJI ver 1.10 x. Kemudian dapat melakukan beberapa alternatif perencanaan agar mendapatkan kapasitas dan kinerja simpang yang lebih optimal.

Analisis Perencanaan Alternatif 1

Pada perencanaan alternatif 1, dicoba dengan merubah fase yang ada dari empat fase menjadi tiga fase. Fase merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kapasitas dan kinerja sebuah simpang, semakin sedikit fase yang digunakan semakin tinggi kapasitas yang akan didapat namun akan semakin tinggi juga konflik yang akan terjadi pada simpang tersebut. Fase yang digunakan pada perencanaan alternatif 1 dapat dilihat pada Gambar 18.

Perencanaan tiga fase yaitu untuk pergerakan dari arah Barat tanpa terganggu oleh pergerakan dari arah lain kecuali untuk gerakan belok kiri langsung pada semua pendekat, begitu pula untuk pergerakan dari arah Timur yang hanya terganggu oleh gerakan belok kiri langsung pada semua pendekat namun untuk pergerakan dari arah Selatan dan Utara disatukan pada satu fase yang sama dengan catatan bahwa arah pergerakan dari Utara haruslah memiliki arus berangkat terlawan sedangkan untuk arah pergerakan Selatan haruslah memiliki arus berangkat terlindung. Arah pergerakan Selatan dan Utara dijadikan dalam satu fase karena beracuan pada data kondisi operasional arah pergerakan tersebut relatif tidak terlalu memiliki aktivitas pergerakan yang padat.

Tingkat pelayanan simpang Jl. Cut Meutia – Jl. Siliwangi – Jl. R. A Kartini dengan perencanaan menggunakan tiga fase sinyal mengalami kenaikan yaitu berkisar pada kondisi “C” hingga “B”, pada kondisi tersebut kendaraan yang melintasi simpang dapat dikatakan berada dalam arus lalu lintas yang relatif stabil namun kecepatan dan gerakan kendaraan sedikit terbatas oleh kehadiran kendaraan lain. Jika dibandingkan panjang antrian yang ada pada kondisi operasional dengan nilai panjang antrian pada kondisi perencanaan alternatif 1, maka akan terlihat perubahan yang sangat signifikan. Nilai panjang antrian yang ada pada kondisi operasional berkisar pada 120 m – 738 m, namun untuk perencanaan alternatif 1 nilai panjang antrian tidak melebihi dari 100 m. Untuk nilai derajat kejenuhan yang ada pada perencanaan alternatif 1, hampir semua tidak melebihi dari titik kritis yaitu 0,85.



Gambar 18. Fase Sinyal untuk Perencanaan Alternatif 1

Analisis Perencanaan Alternatif 2

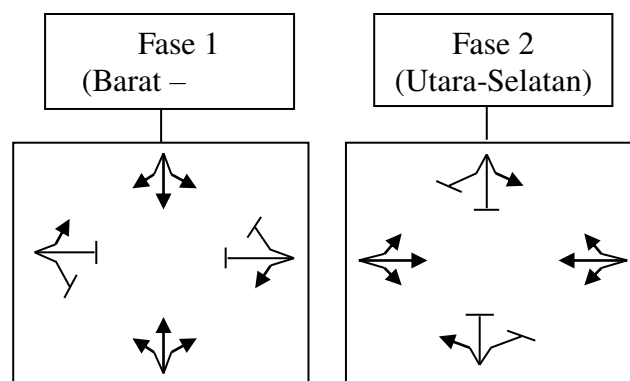
Pada perencanaan alternatif 2 dicoba dengan pengoperasian simpang dengan dua fase sinyal. Fase pertama yaitu kombinasi pergerakan dari arah Barat dan Timur, kemudian fase kedua merupakan kombinasi antara arah pergerakan Selatan dan Utara. Penggambaran fase yang ada pada perencanaan alternatif 2 dapat dilihat pada Gambar 18. Hasil perhitungan perencanaan pada alternatif 2 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan untuk Perencanaan Alternatif 2

Waktu Survey	Volume (v) smp/jam	Kapasitas (C) smp/jam	Derajat Kejenuhan (DS)	Panjang Antrian (QL)	Tundaan (D) dt/smp	Kendaraan Terhenti (smp/jam)	Rasio v/c	Tingkat Pelayanan (LOS)
04-Maret-13								
Senin Pagi	1.421	1.518	0,705	18	9,45	0,790	0,9361	B
Senin Siang	500	675	0,872	33	15,68	1,036	0,7407	C
Senin Sore	1.548	1.961	1,013	200	54,48	1,216	0,7894	E
07-Maret-13								
Kamis Pagi	1.637	2.391	0,822	38	15,00	1,032	0,6874	C
Kamis Siang	885	1.732	0,652	13	8,33	0,756	0,5110	B
Kamis Sore	640	3.053	0,783	15	9,90	0,817	0,2096	B
10-Maret-13								
Minggu Pagi	617	2.876	0,723	12	10,11	1,034	0,2145	B
Minggu Siang	1.960	2.584	1,740	1112	346,47	6,507	0,7585	F
Minggu Sore	1.711	1.662	0,957	248	36,91	1,036	1,0295	D

Sumber: Hasil Penelitian, 2013

Dari tabel di atas dapat dilihat terjadi kenaikan kapasitas yang cukup besar jika dibandingkan pada kondisi operasional yang menggunakan empat fase sinyal dengan perencanaan alternatif 2 yang hanya menggunakan dua fase sinyal. Pada perencanaan dengan menggunakan alternatif 2, tidak semua tingkat pelayanan berada pada kondisi baik, misalnya pada Senin sore tingkat pelayanan pada kondisi “E” dengan derajat kejenuhan mencapai 1,013 dan panjang antrian mencapai 200 m. Tingkat pelayanan pada kondisi “E” yaitu arus lalu lintas tidak lagi stabil bahkan kadang tersendat atau macet. Pada perencanaan alternatif 2 didapati tingkat pelayanan terburuk yang ada pada Minggu siang yaitu pada kondisi “F” dengan nilai derajat kejenuhan 1,740 dan panjang antrian mencapai 1.112 m. Perencanaan alternatif 2 tidaklah bisa dijadikan sebagai sebuah perencanaan karena tidak bisa merubah semua tingkat pelayanan pada kasus yang ada menjadi lebih optimal, disamping itu kemungkinan terjadinya konflik relatif lebih besar karena hanya menggunakan dua fase, hal ini tentu saja sangat membahayakan bagi para pengendara.



Gambar 19. Fase Sinyal untuk Perencanaan Alternatif 2

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada saat kondisi sebenarnya di lapangan (operasional) dan analisa perencanaan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Simpang Jl. Cut Meutia – Jl. Siliwangi – Jl. R. A Kartini khususnya pada Jl. Cut Meutia (Barat) sering dijadikan terminal “bayangan” dan Jl. Siliwangi sebagai tempat “ngetem” oleh para pengemudi kendaraan umum untuk menurunkan dan menaikkan penumpang sehingga menimbulkan kemacetan dan mempengaruhi kapasitas dan tingkat pelayanan simpang yang ada.
2. Tingkat pelayanan simpang Jl. Cut Meutia – Jl. Siliwangi – Jl. R. A Kartini pada kondisi operasional tertinggi pada tingkat pelayanan “E” dan tertinggi pada tingkat pelayanan “F” dengan panjang antrian rata-rata mencapai 258 m dan nilai derajat kejenuhan mencapai 1,2 smp/jam sehingga terjadi kemacetan pada persimpangan tersebut.
3. Penyebab terjadinya kemacetan lalu lintas di persimpangan Jl. Cut Meutia – Jl. Siliwangi – Jl. R. A Kartini yaitu waktu siklus persimpangan yang tidak sesuai lagi dengan kondisi volume lalu lintas yang ada dan juga pengaturan fase yang tidak begitu efektif dengan kondisi volume lalu lintas yang ada.
4. Perencanaan alternatif 1 yaitu dengan hanya menggunakan tiga fase sinyal pada simpang memberikan pengaruh pada tingkat pelayanan simpang dan lebih dianggap aman untuk diterapkan karena lebih kecil konflik lalu lintas yang ditimbulkan dibandingkan dengan perencanaan alternatif 2 hanya menggunakan dua fase sinyal yang cenderung lebih besar menimbulkan konflik lalu lintas jika diterapkan. Tingkat pelayanan simpang dengan menggunakan perencanaan alternatif 1 tertinggi pada kondisi “B” dan terendah pada kondisi

“C” dengan panjang antrian rata-rata hanya mencapai 38 m dan nilai derajat kejenuhan rata-rata mencapai 0,81 smp/jam.

Saran

Berdasarkan kesimpulan dari analisa operasional dan analisa perencanaan alternatif operasional simpang, maka dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan evaluasi dan upaya peningkatan kinerja persimpangan secara periodik (minimal 6 bulan sekali), hal ini untuk mengantisipasi terjadinya peningkatan volume arus lalu lintas sehingga pengaturan APILL dapat sesuai dengan kondisi yang ada.
2. Perlu dilakukan pelebaran jalan sehingga dapat meningkatkan kapasitas dari persimpangan tersebut agar dapat mengimbangi dan memperlancar tingginya arus lalu lintas yang semakin meningkat dari waktu-kewaktu.
3. Perlu adanya penambahan jumlah petugas yang berwenang untuk menjamin kedisiplinan pengguna jalan di sekitar persimpangan.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 2012, *Studi Penetapan Jalan Kota Bekasi*, Dinas Perhubungan Kota Bekasi, Bekasi
- _____, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Dirjen Bina Marga, Departemen PU, Jakarta.
- Alamsyah, Alik Anshori, 2005, *Rekayasa Lalu Lintas*, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Khisty, C. Jotin dan B. Kent Lall, 2006, *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi*, Erlangga, Jakarta.
- Morlok, Edward. K, 1984, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Erlangga, Jakarta.
- Munawar, Ahmad, 2006, *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Oglesby, Clarkson. H dan Hicks, R. Gary, 1999, *Teknik Jalan Raya*, Erlangga, Jakarta.
- Putranto, Suryo Leksmono, 2008, *Rekayasa Lalu Lintas*, Indeks, Jakarta.
- Sugiyono, 2012, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*, Alfabeta, Bandung.
- Tamin, O. Z, 2000, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Wikrama, Jaya, 2011, *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, Universitas Udayana, Denpasar.