**TUGAS AKHIR**

**STUDI OPTIMALISASI SIMPANG EMPAT BERSINYAL DI SIMPANG EMPAT AIR HITAM KOTA SAMARINDA**

**Diajukan untuk :**

***Memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar***

***Sarjana Teknik Sipil Strata Satu ( S1 )***

***Di Susun Oleh :***

**M. YASIEN KHAIRUDDIN**

**NPM : 08.11.1001.7311.110**

**UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SAMARINDA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**SAMARINDA**

**2014**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SAMARINDA**

**SAMARINDA**

Judul Tugas Akhir : STUDI OPTIMALISASI SIMPANG EMPAT BERSINYAL DI SIMPANG EMPAT AIR HITAM KOTA SAMARINDA

Disusun Oleh : M. Yasien Khairuddin

NPM : 08.11.1001.7311.110

Dosen Pembimbing : - Ari Sasmoko Adi, ST. MT

 - Ir. Jusuf Dea, MT

**KATA PENGANTAR**

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul *“*Studi Optimalisasi Simpang Empat Bersinyal di Simpang Empat Air Hitam Kota Samarinda*"*, sebagai salah satu syarat untuk memenuhi jenjang pendidikan Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis telah berusaha semaksimal mungkin dalam penyajiannya, dan juga atas masukan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan banyak terima kasih, kepada :

1. Kedua orang tua saya serta keluarga yang telah memberikan dorongan moril maupun materil demi selesainya Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Hendrik Sulistio, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
3. Bapak Hence Michael Wuaten, ST. M.Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
4. Bapak Ari Sasmoko Adi, ST. MT, selaku Dosen Pembimbing I yang telah membantu dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini
5. Bapak Ir. Jusuf Dea, MT, selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Staf Dosen pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
7. Teman-teman Mahasiswa/Mahasiswi yang telah membantu selama menjalani penyusunan Tugas Akhir di Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.

Berbagai kritikan, masukan maupun saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan laporan Tugas Akhir ini, penulis terima dengan senang hati sekaligus akan menambah perbendaharaan pengetahuan penulis disertai pula ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya.

 **ABSTRAK**

 Volume lalu lintas Kota Samarinda mengalami peningkatan setiap tahunnya yang diakibatkan bertambahnya jumlah kepemilikan kendaraan. Kemacetan pada perempatan Simpang Air Hitam Samarinda merupakan salah satu dampak dari pertumbuhan lalu lintas yang cukup tinggi dan belum berfungsinya system lalu lintas secara baik. Dengan memperhatikan kondisi geometri jalan, volume arus lalulintas, hambatan samping dan lingkungan simpang yang merupakan daerah komersil, maka dicoba untuk diatasi dengan menggunakan manajemen simpang bersinyal. Cara penelitian yang dilakukan adalah dengan melakukan survey di lapangan untuk mendapatkan data primer maupun data sekunder yang kemudian akan diolah dengan menggunakan manajemen simpang. Perencanaan menggunakan acuan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan menggunakan program Excel 2010 untuk mengolah data lalu lintas. Data lalu lintas diperoleh dari pencacahan jumlah kendaraan di lapangan yang dilakukan selama 3 hari (09, 10, 11 Juli 2013) pada jam-jam sibuk dan disajikan dalam bentuk tabel data kendaraan dan kemudian perilaku lalu lintas simpang dapat dianalisis Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa persimpangan Simpan Empat Air Hitam Samarinda memiliki nilai Derajat Kejenuhan (DS) = 0.89. Nilai ini telah melewati nilai derajat kejenuhan yang disarankan oleh MKJI 1997 untuk simpang bersinyal yaitu DS ≤ 0,85. Rekayasa geometri yang telah dilakukan sebagai alternatif dapat mengurang derajat kejenuhan yang diinginkan yaitu sesuai dengan yang disarankan olen MKJI 1997.

**DAFTAR ISI**

**HALAMAN JUDUL** i

**KATA PENGANTAR** iii

**ABSTRAK** v

**DAFTAR ISI** vi

**DAFTAR TABEL** ……………………………………………………………..viii

**DAFTAR GAMBAR** ix

**DAFTAR NOTASI SIMPANG BERSAINYAL MKJI 1997**……………..….x

**BAB I PENDAHULUAN**

**BAB II LANDASAN TEORI**

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

**BAB IV PEMBAHASAN**

**BAB V PENUTUP**

**DAFTAR PUSTAKA**

**DOKUMENTASI**

**LAMPIRAN**.

**BAB I**

**PENDAHULUAN**

* 1. **Latar Belakang**

 Sebagai Ibu Kota Provinsi Kalimantan Timur, Kota Samarinda mengalami pembangunan yang pesat dari semua bidang, selain itu peningkatan jumlah penduduk di kota Samarinda hingga tahun 2012 telah tercatat 928.644 jiwa. (Sumber : BPS, Samarinda Dalam Angka)

 Kota Samarinda merupakan kota yang memiliki aktifitas transportasi yang tinggi dan memiliki tingkat perkembangan yang cukup tinggi. Apabila kondisi ini tidak ditunjang dengan peningkatan kinerja transportasi, maka akan menimbulkan permasalahan kepadatan lalu lintas. Salah satu ruas jalan yang memiliki peranan yang cukup besar di kotaSamarinda adalah pada persimpangan Jl. Ir. H. Juanda – Jl. HM. Kadrie Oening – Jl. H. A.W. Syahrani – dan Jl. Letjend Suprapto. Tingkat kepadatan dan keramaian lalu lintas ini cukup besar karena merupakan salah satu jalur utama jalan raya dalam kota yang membagi darah pusat kegiatan di Samarinda.

 Meningkatnya kemacetan pada simpang empat Jl. Ir. H. Juanda – Jl. HM. Kadrie Oening – Jl. H. A.W. Syahrani – dan Jl. Letjend Suprapto yang disebapkan oleh kurangnya waktu siklus pada simpang bersinyal dapat menggangu aktifitas penduduk. Hal ini terjadi terutama pada saat jam-jam puncak pagi, siang, dan sore hari. Sehingga kota Samarinda memiliki permasalahan lalu lintas dan tingkat pertumbuhan lalu lintas yang cepat dan dapat menyebapkan konflik kendaraan yang melewati persimpangan Jl. Ir. H. Juanda – Jl. HM. Kadrie Oening – Jl. H. A.W. Syahrani – dan Jl. Letjend Suprapto. Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi terhadap simpang bersinyal pada persimpangan Jl. Ir. H. Juanda – Jl. HM. Kadrie Oening – Jl. H. A.W. Syahrani – dan Jl. Letjend Suprapto dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997, yang bertujuan untuk mengetahui kinerja simpang bersinyal pada persimpangan Jl. Ir. H. Juanda – Jl. HM. Kadrie Oening – Jl. H. A.W. Syahrani – dan Jl. Letjend Suprapto.

* 1. **Rumusan Masalah**

Salah satu permasalahan yang terjadi pada persimpangan pada Jl. Ir. H. Juanda – Jl. HM. Kadrie Oening – Jl. H. A.W. Syahrani – dan Jl. Letjend Supraptoadalah terjadinya gangguan arus lalu lintas pada jam-jam sibuk.

 Secara garis besar permasalahan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana mengevaluasi kinerja waktu siklus pada persimpangan Jl. Ir. H. Juanda – Jl. HM. Kadrie Oening – Jl. H. A.W. Syahrani – dan Jl. Letjend Suprapto ?
2. Berapa antrian kendaraan yang terjadi berkaitan dengan waktu tunggu ?
3. Bagaimana pengaturan waktu siklus lampu lalu lintas yang tepat sesuai dengan kondisi kelancaran lalu lintas ?
	1. **Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian pada persimpangan Jl. Ir. H. Juanda – Jl. HM. Kadrie Oening – Jl. H. A.W. Syahrani – dan Jl. Letjend Suprapto ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisa kinerja waktu siklus pada masing-masing Jl. Ir. H. Juanda – Jl. HM. Kadrie Oening – Jl. H. A.W. Syahrani – dan Jl. Letjend Suprapto.
2. Menganalisa kinerja lalu lintas agar dapat memenuhi syarat pada persimpangan Jl. Ir. H. Juanda – Jl. HM. Kadrie Oening – Jl. H. A.W. Syahrani – dan Jl. Letjend Suprapto.
	1. **Manfaat Penelitian**

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah :

1. Menambah pengetahuan mengenai waktu persinyalan pada lampu lalu lintas.
2. Meningkatkan keamanan dan kenyamanan pemakai jalan yang melalui persimpangan
3. Sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan masalah pengaturan sinyal.
	1. **Batasan Masalah**

Sesuai dengan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka batasan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengambilan data primer berupa survey lalu lintas.
2. Simpang empat Air Hitam adalah persimpangan Jl. Ir. H. Juanda – Jl. HM. Kadrie Oening – Jl. H. A.W. Syahrani – dan Jl. Letjend Suprapto.
3. Data lalu lintas yang digunakan sebagai analisis simpang bersinyal berdasarkan survei lalu lintas yang dilakukan empat hari pada volume jam puncak pagi, siang, dan sore hari.
4. Jenis kendaraan yang diamati antara lain adalah :
* Kendaraan ringan (LV) yaitu kendaraan bermotor dua as dengan 4 roda dan dengan jarak as 2,0 - 3,0 m.
* Kendaraan Berat (HV) yaitu kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda (meliputi : bis, truck 2 as, truck 3 as, dan truck kombinasi).
* Sepeda Motor (MC) yaitu kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda.
* Kendaraan tak bermotor.
1. Penelitian yang dilakukan memperhitungkan hambatan samping pada jalan yang berada di sekitar persimpangan Jl. Ir. H. Juanda – Jl. HM. Kadrie Oening – Jl. H. A.W. Syahrani – dan Jl. Letjend Suprapto.

**BAB II**

**LANDASAN TEORI**

1. **Analisa Dengan MKJI 1997.**

Untuk sebagian besar fasilitas jalan, kapasitas dan perilaku lalu-lintas terutama adalah fungsi dari keadaan *geometrik* dan tuntutan lalu-Iintas. Maka dari itu untuk menghitung kapasitas dan perilaku lalu-lintas, pertama-tama perlu ditentukan fase dan waktu sinyal yang paling sesuai untuk kondisi yang ditinjau.

Penggunaan sinyal dengan lampu tiga-warna (hijau, kuning, merah) diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu-lintas yang saling bertentangan **dalam dimensi waktu**. Hal ini adalah keperluan yang mutlak bagi gerakan-gerakan lalu-lintas yang datang dari jalan yang saling berpotongan **= konflik-konflik utama**. Sinyal-sinyal dapat juga digunakan untuk memisahkan gerakan membelok dari lalu-lintas lurus melawan, atau untuk memisahkan gerakan lalu-lintas membelok dari pejalan-kaki yang menyeberang seperti yang ditunjukan pada Gambar 2.1. Konflik–konflik utama dan kedua pada simpang bersinyal dengan empat lengan di bawan ini:

1. **Data Masukan**.
2. Kondisi geometri dan lingkungan

Berisi tentang informasi lebar jalan, lebar bahu jalan, lebar median dan arah untuk tiap lengan simpang. Kondisi lingkungan ada tiga tipe, yaitu : komersial, pemukiman dan akses terbatas.

1. Kondisi arus lalu lintas

Mengamati pergerakan arus lalu lintas dengan cara mengelompokan pergerakan laulintas berdasarkan jenis kendaraan.

* 1. **Penentuan Waktu Sinyal.**

Untuk analisa operasional dan perencanaan, disarankan untuk membuat suatu perhitungan rinci waktu antar hijau untuk waktu pengosongan dan waktu hilang dengan Formulir SIG-III seperti diuraikan di bawah. Pada analisa yang dilakukan bagi keperluan perancangan, waktu antar hijau berikut (kuning + merah semua) dapat dianggap sebagai nilai normal:

1. Pemilihan tipe pendekat (*approach*)

Pemilihan tipe pendekat (*approach*) yaitu termasuk tipe terlindung(*protected* = P) atau tipe terlawan (*opossed* = O).

1. Lebar efektif pendekat (*approach*), *We* = *effective Width*

a) Untuk Pendekat Tipe P (Terlindung)

Jika *WLTOR* ≥ 2.0 meter, maka *We = WA – WLTOR* …………….(2.1)

Jika *WLTOR* ≤ 2.0 m, maka *We = WA x (1+PLTOR) – WLTOR…..*(2.2)

keterangan:

*WA* : lebar pendekat (m)

*WLTOR* : lebar pendekat dengan belok kiri langsung (m)

b) Untuk Pendekat Tipe *O* (Terlawan)

Jika W*keluar* < *We x (1 - PRT - PLTOR)* ....................................(2.3)

*We* sebaiknya diberi nilai baru = W*keluar*

keterangan:

*PRT* : rasio kendaraan belok kanan

*PLTOR* : rasio kendaraan belok kiri langsung

1. Arus jenuh dasar *(So)*

Arus jenuh dasar merupakan besarnya keberangkatan antrian di dalam

pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau).

Untuk tipe pendekat terlindung *P (proctected)*,

 *So* = 775×*We*……………………....................................................(2.4)

Keterangan :

*So* : arus jenuh dasar(smp/jam),

We : lebar efektif pendekat (m),

Jika tipe pendekat terlawan *O* *(opposed)*, maka digunakan grafik pada

1. Faktor Penyesuaian

1). Penetapan faktor koreksi untuk nilai arus lalu lintas dasar kedua tipe pendekat (*protected* dan *opposed*) pada simpang adalah sebagai berikut:

a). Faktor koreksi ukuran kota *(FCS),* sesuai **Tabel 2.4**:

b). Faktor koreksi gangguan samping ditentukan sesuai **Tabel 2.5**:

c). Faktor Penyesuaian untuk kelandaian sesuai **Gambar 2.3**

d). Faktor Penyesuaian untuk pengaruh parkir dan lajur belok kiri

yang pendek sesuai **Gambar 2.4** atau dengan rumus

*Fp=[Lp/3-(WA-2)×(Lp/3-g)/WA]/g*……………………….(2.5)

dimana:

*FP =* Faktor penyesuaian untuk parkir

Lp = Jarak antara garis henti dan kendaraan parkir pertama (m)

WA = Lebar pendekat (m).

g = Waktu hijau dilapangan (detik)

e). Faktor Penyesuaian untuk belok kanan sesuai **Gambar 2.5,** atau dengan rumus*FRT = 1 + PRT x 0.26* …………………………..(2.6)

dimana, *Frt* = factor koreksi belok kanan dan *PRT* = rasio belok kanan.

f). Faktor Penyesuaian untuk belok kiri sesuai, **Gambar 2.6.** atau dengan rumus *FLT = 1- PLT x 0.16* ………………………….....(2.7)

dimana, *FLT*= Faktor koreksi belok kiri dan *PLT*= Rasio belok kiri

1. Nilai arus jenuh
2. Jika suatu pendekat mempunyai sinyal hijau lebih dari satu fase, yang arus jenuhnya telah ditentukan secara terpisah maka nilai arus kombinasi harus dihitung secara proporsional terhadap waktu hijau masing-masing fase.

*S = SO x FCS x FSF x FG x FP x FRT x FLT*…………………………(2.8)

Keterangan :

*SO* : arus jenuh dasar (smp/jam)

*FCS* : faktor koreksi ukuran kota

*FSF*  : faktor koreksi hambatan samping

*FG*  : faktor koreksi kelandaian

*FP*  : faktor koreksi parkir

*FRT* : faktor koreksi belok kanan

*FLT* : faktor koreksi belok kiri.

1. Perbandingan arus lalu lintas dengan arus jenuh *(FR)*

Perbandingan keduanya menggunakan rumus berikut:

*FR* = *Q/S.........................................................................................*(2.9)

keterangan

*FR*  : rasio arus

*Q* : arus lalu lintas (smp/jam)

*S*  : arus jenuh (smp/jam)

Untuk rasio fase dihitung dengan rumus :

*PR* = ……………………………………………………..(2.10)

Keterangan :

*IFR* : perbandigan arus simpang Σ(FRcrit)

*PR*  : rasio fase

*FRerit*  : nilai FR tertinggi dari semua pendekat yang berangkat

 pada suatu fase sinyal

1. Waktu siklus dan waktu hijau

Waktu siklus telah disesuaikan (c) berdasarkan waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan dan waktu hilang (LTI) dihitung dengan rumus :

*c* = Σ*g* + *LTI*……………………………………………………..(2.11)

Keterangan :

*c* : waktu hijau (detik)

*LTI* : total waktu hilang per siklus (detik)

*Σg* : total waktu hijau (detik)

Waktu siklus dihitung dengan rumus:



Keterangan:

*cua*  : waktu siklus pra penyesuaian sinyal (detik)

*LTI* : total waktu hilang per siklus (detik)

*IFR* : rasio arus simpang

Waktu siklus pra penyesuaian juga dapat diperoleh dari **Gambar 2.7**

*Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997*

**Gambar 2.7** Grafik penetapan waktu siklus pra penyesuaian

Waktu hijau *(green time)* untuk masing-masing fase menggunakan rumus :

*gi* = (*cua* − *LTI* )× *Pri*………………………………………………...(2.13)

dimana :

*gi*  : waktu hijau dalam fase-i (detik)

*LTI* : total waktu hilang per siklus (detik)

*cua*  : waktu siklus pra penyesuaian sinyal (detik)

*PRi* : perbandingan fase FRkritis/Σ(FRkritis)

* 1. **Kapasitas**
1. Penentuan kapasitas masing-masing pendekat dan pembahasan mengenai perubahan-perubahan yang harus dilakukan jika kapasitas tidak mencukupi.

a. Kapasitas untuk tiap lengan dihitung dengan rumus :

*C* = *S (g/c)*…………………………………………………….(2.14)

Keterangan :

*C* : kapasitas (smp/jam)

*S* : arus jenuh (smp/jam)

*g* : waktu hijau (detik)

*c* : waktu siklus yang disesuaikan (detik)

b. Derajat kejenuhan (DS) dihitung dengan rumus :

*DS* = *Q/C*…………………………………………………………(2.15)

Keterangan :

DS: derjat kejenuhan

*Q* : arus lalu lintas (smp/jam)

*C* : kapasitas (smp/jam)

* 1. **Perilaku Lalu Lintas (kinerja)**

Perilaku lalu lintas pada simpang dipengaruhi oleh panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan. Panjang antrian adalah jumlah kendaraan yang antri dalam satu pendekat.

1. Jumlah antrian *(NQ)* dan Panjang Antrian *(QL)*

Nilai dari jumlah antrian *(NQ1)* dapat dicari dengan formula:

a) *Bila DS > 0,5*, maka:

*NQ1 = 0.25 x C x {(DS - 1) +**}*.....(2.16)

Keterangan :

*NQ1* : jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

(smp)

*C* : kapasitas (smp/jam)

*DS* : derajat kejenuhan

*Bila DS < 0,5*, maka *NQ1 = 0* ………………………………….(2.17)

b) Jumlah antrian kendaraan dihitung, kemudian dihitung jumlah antrian

satuan mobil penumpang *(smp)* yang datang selama fase merah *(NQ2)* dengan formula:

*NQ2 = C* 

Keterangan :

*NQ2* : jumlah antrian smp yang datang selama fase merah *(smp)*

*DS* : derajat kejenuhan

*Q* : volume lalu lintas (smp/jam)

*c* : waktu siklus (detik)

*GR* : rasio hijau = *gi/c*

c) Untuk antrian total *(NQ)* dihitung dengan menjumlahkan kedua hasil

tersebut yaitu *NQ1* dan *NQ2* :

*NQ = NQ1 + NQ2*………………………………………………..(2.19)

keterangan :

*NQ* : jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau

*NQ1* : jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

*NQ2* : jumlah antrian smp yang datang selama fase merah

1. Panjang antrian *(QL)* dihitung dengan formula:

*QL = NQmax x*

Keterangan :

*QL* : panjang antrian

*NQmax* : jumlah antrian

*Wmasuk* : lebar masuk

1. Kendaraan terhenti *(NS)*

Jumlah kendaraan terhenti adalah jumlah kendaraan dari arus lalulintas yang terpaksa berhenti sebelum melewati garis henti akibat pengendalian sinyal. Angka henti sebagai jumlah rata-rata per smp untuk perancangan dihitung dengan rumus di bawah ini:

*NS =* *x* 3600...........................................................................(2.21)

Keterangan :

*NS*  : angka henti (stop/smp)

*NQ*  : jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (smp)

*Q* : arus lalu lintas (smp/jam)

*c*  : waktu siklus (det)

Perhitungan jumlah kendaraan terhenti *(NSV)* masing-masing pendekat menggunakan formula:

*NSV = Q x NS*………………………………………………………...(2.22)

keterangan

*NSV* : jumlah kendaraan terhenti (smp/jam)

*Q*  : arus lalu lintas (smp/jam)

*NS* : angka henti (stop/smp)

Untuk angka henti total seluruh simpang dihitung dengan rumus :

*NStotal = ΣNSV / ΣQ*…………………………………………………..(2.23)

Keterangan :

*NStotal* : angka henti total seluruh simpang (stop/smp)

Σ*NSV* : jumlah kendaraan terhenti (smp)

Σ*Q* : arus lalu lintas (smp/jam)

1. Tundaan Lalu lintas
2. Tundaan lalu lintas adalah waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan. Tundaan lalu lintas rata-rata tiap pendekat dihitung dengan menggunakan formula:

*DT = (A x c)* ***+***……………………………………….(2.24)

Keterangan :

*DT* : rata-rata tundaan lalu lintas tiap pendekat (detik/smp)

*c* : waktu siklus yang disesuaikan (detik)

*A* : 0,5 x (1 – GR)2 / (1 – GR x DS)

*C* : kapasitas (smp/jam)

*NQ1* : jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

 (smp/jam)

1. Tundaan *Geometrik*.

Tundaan *geometrik* disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok di simpang atau yang terhenti oleh lampu merah.Tundaan geometrik rata-rata (DG) masing-masing pendekat :

*DG =* ………………………………………...(2.25)

Keterangan :

*DG : =* tundaan geometrik (detik/smp)

*PSV* : rasio kendaraan berhenti dalam kaki simpang *(= NS )*

*PT* : rasio kendaraan berbelok dalam kaki simpang

Tundaan rata-rata tiap pendekat *(D)* adalah jumlah dari tundaan lalu lintas rata-rata dan tundaan geometrik masing-masing pendekat :

*D = DT + DG* ……………………………………………………(2.26)

Keterangan :

*D* : Tundaan rata-rata tiap pendekat (detik/smp)

*DT* : rata-rata tundaan lalu lintas tiap pendekat (detik/smp)

*DG* : rata-rata tundaan geometrik tiap pendekat (detik/smp)

Tundaan total pada simpang adalah :

*Dtotal* = *D x Q* …………………………………………………….(2.27)

*D* : Tundaan rata-rata tiap pendekat

*Q* : arus lalu lintas (smp/jam)

Untuk tundaan simpang rata-rata adalah :

*D’* = D x Q ………………………………………………………(2.28)

*Q* : arus lalu lintas (smp/jam)

**BAB III**

**METODOLOGI PENELITIAN**

 Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini hal-hal yang perlu dilakukan terlebih dahulu adalah merencanakan tahap-tahap pengerjaan seperti yang ditunjukan dalam Bagan Alir di bawah ini:



 **Gambar 3.1.**Skema Pengerjaan Tugas Akhir

* 1. **Tahap Persiapan**

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data. Dalam tahap ini dilakukan penyusunan rencana yang kiranya perlu dilakukan agar diperoleh efisiensi dan efektifitas waktu dan pekerjaan. Pada tahap ini juga dilakukan pengamatan pendahuluan agar didepan gambaran umum dalam mengidentifikasi dan merumuskan masalah yang ada di lapangan. Pada tahap persiapan ini meliputi :

1. Studi pustaka terhadap materi untuk proses evaluasi dan perencanaan,
2. Menentukan kebutuhan data,
3. Mendata instansi dan institusi yang dapat dijadikan sumber data
4. Pengadaan persyaratan administrasi / surat-menyurat untuk pengumpulan data.
	1. **Tahapan Pengumpulan Data**

Tahapan pengumpulan data merupakan langkah awal setelah tahap persiapan dalam proses pelaksanaan evaluasi dan perencanaan yang sangat penting, karena dari sini dapat ditentukan permasalahan dan rangkaian penentuan alternatif pemecahan masalah yang akan diambil.

 3.2.1. Identifikasi Masalah

Mengetahui permasalahan yang ada pada tiap lengan persimpangan (rumusan survey pendahuluan) terlebih dahulu, kemudian melaksanakan survey di lokasi penelitian. Maka didapat permasalahan-permasalahan yang ada.

* + 1. Metode Studi Pustaka

Metode studi pustaka yaitu dengan meminjam data dari instansi terkait sebagai landasan permasalahan yang ada sekaligus pembanding keadaan saat ini. Data yang diperoleh dari instansi terkait ini biasa disebut data skunder, Data lalu lintas rata-rata merupakan data skunder pada penelitian ini. Data ini diperoleh dari Dinas Perhubungan Kota Samarinda yang berfungsi untuk mengetahui angka pertumbuhan lalu lintas sehingga dapat diketahui kapasitas jalan yang ditinjau.

* + 1. Metode Survey

 Metode survey yaitu dengan mengadakan pengamatan secara langsung keadaan yang terjadi di lapangan sesungguhnya. Hal ini mutlak dilakukan agar dapat diketahui dalam evaluasi dan perencanaan. Data yang diperoleh dengan cara observasi langsung ke lapangan kondisi actual saat ini, sehingga diharapkan tidak terjadi kesalahan.

* + 1. Lokasi penelitian

 Lokasi penelitian yang dipilih adalah Jl. Ir. H. Juanda – Jl. HM. Kadrie Oening – Jl. H. A.W. Syahrani – dan Jl. Letjend Suprapto. Denah lokasi penelitian dapat dilihat pada **gambar 3.3**

****



 3.2.5. Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama tiga hari secara berurutan dengan jam yang telah ditentukan berdasarkan pada kondisi jam sibuk.

 Pengambilan data dilakukan pada hari/tanggal:

 1. Hari Selasa tanggal 09 Juli 2013, pada jam-jam puncak;

 2. Hari Rabu tanggal 10 Juli 2013, pada jam-jam puncak dan;

3. Hari Kamis tanggal 11 Juli 2013 pada jam-jam puncak.

 Periode Pagi mulai pukul 07.00 WITA sampai pukul 09.00 WITA

 Periode Siang mulai pukul 11.00 WITA sampai pukul 13.00 WITA

 Periode Sore mulai pukul 15.00 WITA sampai pukul 17.00 WITA

3.2.6 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian disesuaikan dengan kebutuhan yaitu :

1. Kamera Hendikem untuk merekam akifitas lalulintas di persimpangan,
2. Formulir data pergerakan lalu-lintas untuk mencatat jumlah kendaraan pada tiap-tiap lengan dengan cara membedakan berapa golongan kendaraan , yaitu :

Kendaraan tak bermotor, kendaraan bermotor, kendaraan ringan, dan kendaraan berat,

1. Pita ukur (roll meter) untuk mendapatkan data geometric jalan,
2. Smart Phone yang terinstal Aplikasi Clinometer untuk mengetahui kelandaian jalan.
3. Jam tangan sebagai penunjuk waktu selama pelaksanaan survey.

3.2.7. Penjelasan Cara Kerja

Untuk melakukan survey lalulintas harian rata-rata (LHR) pensurvei melakukan penempatan kamera Hendikem di tempat strategis yang dapat merekam seluruh aktifitas lalulintas di persimpangan. Pengamat akan merekam aktifitas lalulintas selama 2 jam pada masing-masing jam puncak pagi, siang, dan ,sore hari dengan total hasil rekaman 6 jam per hari.

Darin video rekaman tersebut pengamat akan menghitung jumlah kendaraan pada tiap-tiap kendaraan yang melalui persimpangan dan hasil penghitungannya dimasukan dalam formulir penelitian yang dibagi dalam periode tertentu yaitu: 15 menit tiap periode selama 2 jam

* 1. **Pelaksanaan Survey**

3.3.1. Survey Geometrik

 Melakukan pengukuran lebar jalan, lebar tikungan, lebar trotoar dan kemiringan jalan per ruas jalan yang dilakukan pada malam hari dengan kondisi yang relatif sepi serta tidak mengganggu arus lalu lintas. alat yang digunakan adalah rol meter untuk mengukur lebar dan panjang jalan, Smart Phone yang terinstal aplikasi Clinometer untuk mengukur Kelandaian Jalan.

3.3.2. Survey Lampu Lalu lintas

 Melakukan survey, pengamatan, serta pencatatan lamanya waktu siklus *traffic light* persinpangan.

3.3.3. Survey Arus Lalu lintas

 Survey arus lalu lintas dengan mencatat volume lalu lintas dari hasil Video rekaman LHR yang telah dilakukan sebelumnya pada saat jam-jam sibuk yang melintas sepanjang ruas persimpangan. Variable utama yang di ukur yaitu jumlah masing-masing kendaraan tak bermotor, kendaraan bermotor, kendaraan ringan, dan kendaraan berat yang keluar pada tiap-tiap lengan.

3.3.4. Survey Kecepatan Kendaraan

 Melakukan survey kecepatan kendaraan dengan cara pengamat berada pada kendaraan yang bergerak dan mengikuti kendaraan lain yang bergerak di depannya, sehingga didapatkan waktu tempuh lalu dibandingkan dengan jarak maka didapatkan kecepatan kendaraan.

3.3.5. Survey Tundaan

 Survey Tundaan dengan cara menghitung waktu kendaraan yang membelok di samping atau terhenti oleh lampu merah sebanyak 20 kali.

**BAB IV**

**PEMBAHASAN**

**Tahapan berikutnya dalam bab ini adalah menganalisa simpang bersinyal** dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, Dari data lalu lintas yang diperoleh (data Primer dan data sekunder), akan dilakukan analisa data dan perhitungan.

**4.1. Evaluasi Simpang Bersinyal Dengan Metode MKJI 1997**

Manual Kapasitas jalan Indonesia (MKJI) 1997 adalah metode perhitungan untuk jalan perkotaan dan juga jalan luar kota. Perhitungan dengan beberapa fasilitas lalu - lintas yaitu simpang bersinyal, simpang tak bersinyal, bagian jalinan, jalan perkotaan, dan jalan bebas hambatan.

Manual Kapasitas jalan Indonesia (MKJI) 1997 juga telah menyiapkan formulir standar untuk mempermudah dalam menganalisa setiap jenis fasilitas lalu - lintas. Khususnya untuk simpang bersinyal telah disediakan Formulir standar SIG I, SIG II, SIG III, SIG IV, dan SIG V.

**4.2. SIG I – (Geometrik, Pengaturan Lalu-Lintas, Lingkungan)**

Dimana Formulir SIG I ini berisikan data geometrik, pengaturan lalu lintas, serta lingkungan dilapangan. Adapun data geometrik dapat dilihat pada tabel 4.1. berikut :

**Tabel 4.1**. Kondisi Geometrik Simpang

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **PENDEKAT** | **SELATAN** | **BARAT** | **UTARA** | **TIMUR** |
| Tipe Lingkungan Jalan | COM | COM | COM | COM |
| Hambatan Samping | Tinggi | Rendah | Rendah | Tinggi |
| Median | Ada | Ada | Ada | Ada |
| Lebar Median (m) | 1 | 1.3 | 0.5 | 0.4 |
| Belok kiri Langsung | Ada | Ada | Ada | Ada |
| Lebar Pendekat (m) | 14 | 12.5 | 8.5 | 11.5 |
| Lebar Pendekat masuk (m) | 5.3 | 5 | 3 | 4.2 |
| Lebar Pendekat LTOR | 11 | 11 | 7 | 10.5 |
| Lebar Pendekat keluar (m) | 10.8 | 8 | 3 | 4.1 |
| Waktu Hijau (g) | 9.2 | 9 | 8 | 8.5 |

Setiap kaki persimpangan diberi kode pendekat U, S, B, T dengan keterngan seperti berikut:

* S (Selatan) adalah kaki persimpangan Jalan K. Oening
* B (Barat) adalah kaki persimpangan Jalan A.W Syahrani
* U (Utara) adalah kaki persimpangan Jalan Letjend Souprapto
* T (Timur) adalah kaki persimpangan Jalan Ir. H. Juanda

Penetapan kode pendekat dan kondisi geometrik simpang seperti gambar di bawah ini:



 **Gambar 4.1.** Kondisi Geometrik Simpang

Keseluruhan data yang diperoleh telah dimasukkan ke dalamLampiran Formulir SIG I

**4.3. SIG II – (Arus Lalu Lintas)**

SIG II ini berisikan data arus lalu lintas terpuncak perjam, yang kegiatan pengumpulan data lalu lintas dilaksanakan pada hari Selasa, Rabu dan Kamis tanggal 09, 10 dan 11 Juli 2013. Sedangkan untuk jam puncak arus lalu lintas diperkirakan dipengaruhi oleh aktivitas, seperti pusat kegiatan pembelanjaan, sekolah, daerah perkantoran, dan lain-lain. Untuk jam puncak pagi diperkirakan antara jam 07.00 s/d 09.00 wita, untuk jam puncak siang antara jam 11.00 s/d 13.00 wita, dan jam puncak sore antara jam 15.00 s/d 17.00 wita.

Kemudian dimasukan kedalam formulir data agar memudahkan mencatat jumlah kendaraan yang keluar pada tiap-tiap lengan dengan cara membedakan beberapa golongan kendaraan, yaitu: kendaraan tak bermotor, kendaraan bermotor, kendaraan ringan (sedan, jeep, pickup, mobil box, taksi) dan kendaraan berat (Mobil tangki, bis kecil, bis besar, truk 2 as, truk 3 as, trailer) yang keluar pada tiap-tiap lengan, formulir data dapat dilihat pada lampiran 1-12.

Dari data survey dilapangan di dapat data kendaraan per jam terpuncak, dan kemudian di olah pada Formulir perhitungan SIG II. Adapun data terpuncak kendaraan perjam dapat dilihat tabel dibwah ini :

**Tabel 4.2.** Arus Kendaraan Terpuncak Kend/Jam



Kemudian dari kend/jam dijadikan smp/jam dengan cara mengalikan jumlah kendaraan perjam tiap pendekat dengan nilai konversi pada tiap pendekat (nilai konversi pada tiap pendekat dapat dilihat pada Bab II **Tabel 2.2)** sesuai dengan Metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997).

Contoh perhitungan pada SIG II (Selasa, 09 Agustus 2013, Pendekat Selatan, Jalan K. Oening :

1. Belok Kiri Langsung (LTOR)

Kendaraan Ringan (LV) = 129 Kend/Jam

Kendaraan Berat (HV) = 41 Kend/Jam

Sepeda Motor (MC) = 661 Kend/Jam +

Total = 831 Kend/Jam

Terlindung : = (129 x 1.0) + (41 x 1.3) + (661 x 0.2) = 315 smp/jam

Terlawan : = (129 x 1.0) + (41x 1.3) + (661 x 0.4) = 447 smp/jam

1. Lurus (ST)

Kendaraan Ringan (LV) = 48 Kend/Jam

Kendaraan Berat (HV) = 7 Kend/Jam

Sepeda Motor (MC) = 538 Kend/Jam +

Total = 593 Kend/Jam

Terlindung : = (48 x 1.0) + (7 x 1.3) + (538 x 0.2) = 165 smp/jam

Terlawan : = (48 x 1.0) + (7 x 1.3) + (538 x 0.4) = 272 smp/jam

1. Kanan (RT)

Kendaraan Ringan (LV) = 19 Kend/Jam

Kendaraan Berat (HV) = 3 Kend/Jam

 Sepeda Motor (MC) = 461 Kend/Jam +

Total = 483 Kend/Jam

Terlindung : = (19 x 1.0) + (3 x 1.3) + (461 x 0.2) = 115 smp/jam

Terlawan : = (19 x 1.0) + (3 x 1.3) + (461 x 0.4) = 207 smp/jam

* Sehingga total kendaraan bermotor (MV) :
* Terlindung : Q =

 = 315 + 165 + 115 = 594 smp/jam

* Terlawan : Q =

 = 447 + 272 + 207 = 926 smp/jam

* Rasio kendaraan belok kiri

* Rasio kendaraan belok kanan

* Rasio arus kendaraan tak bermotor (UM) :

 QUM = = 0+0+0 = 0 kend/jam

* Rasio UM belok kiri (LTOR)

=

* Rasio UM lurus (ST)

=

* Rasio UM kanan (RT)

=

* Total Rasio Arus UM =

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Lampiran Formulir *Signalization* II (SIG II).

**4.4. SIG III - Waktu Antar Hijau, Waktu Hilang**

Waktu merah semua yang diperlukan untuk pengosongan pada akhir setiap fase harus memberi kesempatan bagi kendaraan terakhir (melewati garis henti pada akhir sinyal kuning) berangkat dari titik konflik sebelum kedatangan kendaraan yang datang pertama dari fase berikutnya (melewati garis henti pada awal sinyal hijau) pada titik yang sama. Jadi merah semua merupakan fungsi dari kecepatan dan jarak dari kendaraan yang berangkat dan yang datang dari garis henti sampai ke titik konflik, dan panjang dari kendaraan yang berangkat.

****Contoh perhitungan pada SIG III (Rabu, 10 Juli 2013), pendekat berangkat dari Barat (Jalan A.W Syahrani) menuju Timur (Jalan Juanda) dan pendekat yang akan datang dari Selatan (Jalan K. Oening) menuju Utara (Jalan Letjend Souprapto) lihat pada Gambar berikut ini :

**Gambar 4.2 :** Titik konflik kritis dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan

Titik konflik kritis pada masing-masing fase(i) adalah titik yang menghasilkan WAKTU MERAH SEMUA terbesar :

*MERAH SEMUA i* =

 = 2.3+0.5-2.2

 = 0.6 detik

dimana:

*LEV,LAV* = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk

 kendaraan yangberangkat dan yang datang (m)

*IEV*  = Panjang kendaraan yang berangkat (yang dipakai menurut

 MKJI kendaraan terpanjang = 5 m) (m);

*VEV,VAV* = Kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat

dan yang dating (m/det).

Kecepatan kendaraan yang datang *VAV* : 10 m/det (kend. bermotor)

Kecepatan kendaraan yang berangkat *VEV* : 10 m/det (kend. bermotor)

 Perhitungan dilakukan dengan Formulir SIG-III untuk semua gerak lalu-lintas yang bersinyal (tidak termasuk LTOR). Untuk nilai normal antar hijau ditentukan berdasarkan MKJI 1997 pada **Tabel 2.3**, waktu hilang (LTI) untuk simpang dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu-waktu antar hijau:

*LTI = ∑ (*MERAH SEMUA + KUNING*)i = ∑ IGi*

*LTI =∑* ( 8+ 12 ) *i =* 20 det

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Lampiran yang telah dimasukkan ke dalam Formulir *Signalization* III (SIG III) MKJI, 1997.

**4.5. SIG IV – Penentuan Waktu Sinyal dan Kapasitas**

Ada pun cara untuk prosedur pengisiian formulir SIG IV, sebagai berikut :

1. Dalam SIG IV pada kolom satu (1) berisikan Kode Pendekat :
* S (Selatan) adalah kaki persimpangan Koedri Oening
* B ( Barat) adalah kaki persimpangan Jalan A.W. Syahrani
* U (Utara) adalah kaki persimpangan Jalan Letjend Soeprapto
* T (Timur) adalah kaki persimpangan Jalan Ir. H. Juanda
1. Pada Kolom dua (2) berisikan urutan hijau dalam fase :
* S (Selatan) hijau urutan pertama (1) (pertama kali jalan dengan aturan belok kiri langsung)
* B (Barat) hijau urutan kedua (2) (jalan setelah pendekat Selatan, dengan Aturan belok kiri langsung)
* U (Utara) hijau urutan ketiga (3) (jalan setelah pendekat Barat, dengan aturan belok kiri langsung)
* T (Timur) hijau urutan keempat (4) ( jalan setelah pendekat Utara, dengan aturan belok kiri langsung.
1. Tipe Pendekat pada kolom tiga (3)

Pada simpang bersinyal semua fase pendekat dari arah Selatan, Barat, Utara, dan Timur termasuk terlindung *(protected)*, karena fase sinyal yang memisahkan gerakan arus lalu – lintas pada simpang tersebut.

1. Rasio berbelok pada kolom empat (4) dan enam (6) rasio

Pada simpang yang dibahas Rasio Berbelok hanya ada pada kolom empat (4) dan kolom enam (6) yaitu rasio belok kiri langsung *(P LTOR)* dan rasio belok kanan *(P RT)* yang telah di hitung pada formulir SIG II

1. Lebar efektif *(We)* pada kolom Sembilan (9)

Seperti uraian pada bab II, arus jenuh (smp/jam) untuk pendekat terlindung ditentukan sebagai fungsi dari efektif pendekat *(We)*, dimana :

* Contoh Perhitungan :

Pendekat Timur,

1. Nilai dasar smp/jam hijau *(So)* pada kolom sepuluh (10)
* Contoh Perhitungan :

Pendekat Timur, *So* *= We x 775* smp/jam hijau :

Di dapat arus jenuh dasar *(So)* sebesar :

*So = 775 x We*

= 775x 7.2 m = 5580 smp/jam hijau

1. Faktor Penyesuaian :
* Ukuran Kota pada kolom sebelas (11)

Ukuran Kota ***(Fcs)*** 805.688 ribu jiwa penduduk, *Fcs* = 0.94 (**Tabel 2.4**)

* Hambatan samping pada kolom dua belas (12) :

Angka hambatan samping dapat diketahui menggunakan (**Tabel 2.5)** Faktor koreksi gangguan samping *(FSF)* pada bab II).

Contoh Perhitungan :

Kondisi hambatan samping pendekat Timur :

Lingkungan Jalan = COM *(Comercial)*

Hambatan Samping = Tinggi

Type Fase = Terlindung

Rasio kendaraan tak bermotor = 0.0000

Dari (**Tabel 4.16)** Formulir SIG II untuk rasio kendaraan tak bermotor pada pendekat Timur didapat *FSF* = 0.0000 = 0.00 = 0.93

* Faktor penyesuaian terhadap kelandaian pada kolom tiga belas (13)

berdasarkan naik (+) atau turun (-) permukaan jalan. Pada pendekat Timur tidak terdapat kemiringan (= 0 %), sehingga dari **Gambar 2.3** Grafik Faktor koreksi kelandaian didapat (*FG* = 1.00)

* Faktor penyesuaian Kendaraan Parkir pada kolom empat belas (14),

berdasarkan jarak henti kendaraan parkir. Pada pendekat Timur tidak terdapat kendaraan parkir, sehingga nilai *Fp* = 1.0

* Fakor penyesuaian belok kanan (), ditentukan sebagai fungsi rasio belok kanan . Pada pendekat Timur diperoleh dari Gambar 2.10 (Grafik factor penyesuaian untuk belok kanan) atau dengan perhitungan :
* Contoh perhitungan :

Pendekat Timur,

*PRT* = 0.089 (Kolom enam (6)

* Faktor penyesuaian belok kiri (), ditentukan sebagai fungsi dari rasio belok kiri . Pada pendekat Timur diperoleh dari Gambar 2.11 (Grafik penyesuaian untuk pengaruh belok kiri) atau dengan perhitungan :

Akan tetapi rumus diatas tidak berlaku pada gerakan lalu – lintas belok kiri langsung *(PLTOR)* maka nilai *FLT* = 1.0

1. Nilai Arus Jenuh pada kolom tujuh belas (17)

Nilai arus jenuh *(S)* ditentukan dengan rumus :

*S = So x Fcs x Fsf x Fg x Fp x Frt x Flt*

Sehingga nilai arus jenuh untuk pendekat Timur adalah :

*S* =

1. Arus Lalu – Lintas *(Q)* Pada Kolom Delapan Belas (18)

Jika *WLTOR ≥ 2m* : Dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan

 *LTOR* dapat mendahului antrian kendaraan

 lurus dan belok kanan dalam pendekat selama

 sinyal merah.

Langkah yang diambil : Keluarkan lalu-lintas belok-kiri langsung

 *QLTOR* dari perhitungan selanjutnya pada

Formulir SIG-IV (yaitu *Q = QST+QRT)*

Karena Pada Simpang yang ditinjau *WLTOR ≥ 2 m* , maka rumus yang dipkai adalah *Q = QST+QRT* .

* Contoh Perhitungan

*Q = QST+QRT*

Pendekat Timur,

*QST* = 165 smp/jam (**Tabel 4.16** formulir SIG II)

*QRT* = 115 smp/jam (**Tabel 4.16** formulir SIG II)

Maka ,

*Q = QST+QRT* = 165 + 115 = 280 smp/jam

1. Perhitungan Rasio Arus Jenuh () Pada Kolom Sembilan Belas (19).

Rumus yang dipakai adalah :

Untuk pendekat Timur,  *Q =* 659*,* dan *S* = 2766

Maka rasio arus jenuh adalah, *FR  =*  = 0.054

1. Rasio Arus Simpang *(I FR)* Pada Kolom Sembilan Belas (19) Paling Bawah.

Rasio Arus Simpang *(I FR)* pada hari Selasa, 09 Juli 2013, rasio arus simpang *(IFR)* sebagai jumlah dari nilai-nilai *FR* yang dilingkari (kritis) Rumus yang dipakai, *IFR = ∑(FRcrit)*

Diketahui, nilai rasio arus (*FR)* ,Selatan = 0.054

 Barat = 0.291

 Utara = 0.227

 Timur = 0.197

Maka, *IFR = ∑(FRcrit) =* 0.054 + 0.291 + 0.227 + 0.197 = 0.769

1. Rasio Fase *(PR)* Pada Kolom 20

Rumus yang dipakai adalah :

Untuk pendekat Timur,  *FRCrit =* 0,054*,* dan *IFR* = 0.769

Maka rasio arus jenuh adalah, *PR  =*  = 0.070

1. Waktu Siklus Hijau pada pendekat Timur hari Selasa 09 Juli 2013 :
* Waktu siklus sebelum penyesuaian

* Waktu Hijau *(g)* Pada Kolom Dua Puluh Satu (21)

Perhitungan waktu Hijau diperlukan untuk menentukan apakah waktu Hijau yang telah ditentukan di lapangan telah sesuai dengan waktu hijau berdasarkan perhitungan MKJI,1997.

Kemudian *cua*Disesuaikan, dengan rumus, *c = LTI + Total g*

= 20 + 132 = 152 detik

**Tabel 4.3.** Waktu Hijau pada Persimpangan pada hari Selasa, 09 Juli 2013 sesuai perhitungan MKJI, 1997

|  |  |
| --- | --- |
| Kode Pendekat | Waktu Hijau (detik) |
| S | 9 |
| B | 50 |
| U | 39 |
| T | 34 |
| Total g = | 132 |



**Gambar 4.3** Diagram Pengaturan Waku Siklus Pada Empat (4) Fase dan Peninjauan Pada Hari Selasa 09 Juli 2013

1. Kapasitas *(C)* Pada Kolom Dua Pluluh Dua (22)
* Kapasitas *(C)* pada pendekat Timur, yaitu dengan perkalian arus jenuh dengan rasio hijau *(Sxg/c)* yaitu :

1. Derajat Kejenuhan *(DS)* Pada Kolom Dua Puluh Tiga (23)

Contoh perhitungan pada pendekat Timur yaitu :

**Tabel 4.4**. Kapasitas dan Derajat kejenuhan pada Persimpangan

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Kode Pendekat | Kapasitas (smp/jam) | Derajat Kejenuhan |
| S | 316 | 0.89 |
| B | 1440 | 0.89 |
| U | 902 | 0.89 |
| T | 1066 | 0.89 |

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat dalamLampiran yang telah dimasukkan ke dalam Formulir *Signalization* IV (SIG IV) MKJI, 1997.

**4.6. SIG V – Panjang Antrian , Jumlah Kendaraan Terhenti, Tundaan**

Ada pun cara untuk prosedur pengisiian formulir SIG IV, sebagai berikut :

1. Perhitungan Antrian

Jumlah rata-rata antrian (smp) pada awal sinyal hijau yaitu *NQ* dihitung sebagai jumlah kendaraan (smp) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya () ditambah jumlah kendaraan (smp) yang akan datang selama fase merah ().

 Pada pendekat Timur :

 dimana :

Untuk DS ≥ 0.5

 Maka, Nilai *NQ1* pada pemdekat Timur adalah *NQ1 =* 2.92 smp

 Dimana,

Maka, Total

1. Panjang antrian

dimana NQmax didapat dari **Gambar 2.8** (Grafik perhitungan jumlah antrian smp NQmax)

1. Perhitungan Kendaraan Terhenti
* Angka Henti

Jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti berulang dalam antrian), pada pendekat Timur yaitu:

* Jumlah kendaraan terhenti pada pendekat Timur yaitu:

1. Tundaan

Tundaan lalu lintas rata-rata (DT), akibat timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang. DT pada pendekat Timur yaitu:

 Dimana:

1. Tundaan Geometri rata-rata untuk pendekat Timur yaitu:

Dimana:

Psv = Ns, dan PT = PLTOR + PRT,

Tundaan Rata-Rata D = DT + DG = 103.93 + 3.94 = 107.87 det/smp

1. Tundaan Total = D x Q = 107.87 det/smp x 280 smp/jam = 30183.14 smp/det
2. Hitung tundaan geometrik gerakan lalu-lintas dengan belok kiri langsung (LTOR) sebagai berikut:

- Dimasukan arus total dari gerakan semua LTOR = 1675 smp/jam pada

 Kolom 2 (dari Formulir SIG-II, gerakan terlindung)

- Dimasukkan pada Kolom 14 tundaan geometrik rata-rata LTOR = 6 detik.

1. Tundaan Rata-Rata untuk Seluruh Simpang

1. Kapasitas untuk seluruh simpang

C total = Q total / DS

 = 4975 / 0.89 = 5615

Perhitungan selanjutnya seperti langkah diatas kemudian dimasukkan dalam Lampiran (Formulir *Signalization* V) SIG V. MKJI 1997

**4.7. Hasil Analisa Dan Rencana Optimalisasi**

 4.7.1.Volume Arus Lalu Lintas

Berdasarkan hasil survey yang dilakukan selama 3 hari dari jam 09.00-17.00 WITA diperoleh volume arus lalu lintas maksimun yaitu :

1. pada hari Selasa pada ruas jalan K Oening yaitu 1907 kendaraan per jam terjadi pada pukul 11.45-12.45 WITA, pada ruas jalan AW Syahrani 2866 kendaraan per jam terjadi pada pukul 11.15-12.15 WITA, pada ruas jalan L Soeprapto 2880 kendaraan per jam terjadi pada pukul 08.00-09.00 WITA, dan pada ruas jalan Juanda 3157 kendaraan per jam terjadi pada pukul 15.30-16.30 WITA.
2. pada hari Rabu pada ruas jalan K Oening yaitu 4018 kendaraan per jam terjadi pada pukul 15.00-16.00 WITA, pada ruas jalan AW Syahrani 3134 kendaraan per jam terjadi pada pukul 08.00-09.00 WITA, pada ruas jalan L Soeprapto 637 kendaraan per jam terjadi pada pukul 16.00-17.00 WITA, dan pada ruas jalan Juanda 2784 kendaraan per jam terjadi pada pukul 15.45-16.45 WITA.
3. pada hari Sabtu pada ruas jalan K Oening yaitu 4382 kendaraan per jam terjadi pada pukul 15.15-16.15 WITA, pada ruas jalan AW Syahrani 2787 kendaraan per jam terjadi pada pukul 07.15-07.15 WITA, pada ruas jalan L Soeprapto 499 kendaraan per jam terjadi pada pukul 07.00-08.00 WITA, dan pada ruas jalan Juanda 1598 kendaraan per jam terjadi pada pukul 07.45-08.45 WITA.

Dari data di atas aktifitas lalu lintas tertinggi terjadi selalu antara pukul 07.00-09.00 WITA dan pukul 15.00-17.00 WITA. Pukul 07.00-09.00 adalah merupakan jam sibuk keberangkatan kerja sedangkan pukul 15.00-17.00 adalah waktu jam sibuk pulang kerja. Dari hasil pemantauan di lapangan aktifitas kendaraan masih di dominasi oleh Sepeda Motor/MC dan Mobil pribadi.

 4.7.2. Derajad Kejenuhan

 Dari hasil evaluasi lalu lintas pada persimpangan Simpang Empat Air Hitam Samarinda dapat diketahui bahwa nilai Derajat Kejenuhan telah mencapai angka DS=0.89 dan telah melewati nilai yang telah di syaratkah yaitu DS≤0.85, Ini berarti bahwa simpang tersebut mendekati lewat-jenuh yang akan menyebabkan antrian panjang pada kondisi lalu lintas Puncak, maka kondisi persimpangan ini diperlukan adanya perbaikan kinerja simpang.

 Dalam perbaikan kinerja simpang ini terdapat dua Alternatif untuk melakukan Optimalisasi Kinerja Simpang. Alternatif Pertama dengan cara melebarkan lebar pendekat. Pelebaran ini secara analitis dapat mempengaruhi kinerja simpang khususnya mengurangi nilai tundaan, meningkatkan kapasitas serta mengurangi derajt kejenuhan. Dampak positif lainnya adalah meminimalisasi konflik pada gerakan kendaraan serta meningkatkan keamanan.

* Fase Simpang Air Hitam Kondisi di Lapangan Juli 2013

**Table 4.5** Waktu Siklus Simpang Empat Air Hitam Kondisi Lapangan Juli 2013

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Keterangan** | **K Oening** | **AW Syahrani** | **L Soeprapto** | **Juanda** |
|
| **Hijau (detik)** | 52 | 40 | 48 | 42 |
| **Kuning (detik)** | 2 | 2 | 2 | 2 |
| **Merah Semua (detik)** | 2 | 2 | 2 | 2 |
| **Merah (detik)** | 136 | 148 | 140 | 146 |
|  **Total (detik)** | 192 | 192 | 192 | 192 |

**Gambar 4.4** Diagram Fase Simpang Empat Air Hitam Kondisi Lapangan Juli 2013

* Penentuan fase simpang Empat Air Hitam berdasarkan perhitungan MKJI 1997 pada Juli 2013

**Table 4.6.** Waktu Siklus simpang Empat Air Hitam berdasarkan perhitungan MKJI 1997



**Gambar 4.5.** Diagram Fase simpang Empat Air Hitam berdasarkan perhitungan MKJI 1997

**Table 4.7.** Perencanaan Untuk Perbaikan Geometrik Simpang

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **PENDEKAT** | **K Oening** | **AW Syahrani** | **L Souprapto** | **Juanda** |
| Belok kiri Jalan Terus | Ada | Ada | Ada | Ada |
| Lebar Pendekat (m) | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 |
| Lebar Pendekat Masuk (m) | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 |
| Lebar Pendekat LTOR (m) | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Lebar Pendekat Keluar (m) | 11 | 11 | 7 | 10 |

* Derajad Kejenuhan Kaapasitas Simpang

 **Table 4.8.** Derajad Kejenuhan Setelah Perencanaan



* **Waktu Hijau**

**Table 4.9.** Waktu Siklus Simpang Empat Air Hitam Setelah Perencanaan



 **Gambar 4.6.** Diagram Fase Simpang Empat Air Hitam Setelah Perencanaan



Semua Perhitungan Optimalisasi Kinerja simpang dimasukan ke dalam Lampiran

**4.8.** Tingkat Pelayanan Jalan

 Untuk persimpangan bersinyal, tingkat layanan dievaluasi berdasarkan penundaan kendaraan rata-rata yang dialami oleh kendaraan yang memasuki persimpangan.

Ketika penundaan meningkat, maka tingkat pelayanan menurun. Perhitungan untuk persimpangan bersinyal dan tidak bersinyal berbeda karena variasi dalam kontrol lalu lintas. 1997 Manual Kapasitas Jalan menyediakan dasar untuk perhitungan ini.

**Tabel 4.10.** Standar tingkat pelayanan jalan

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tingkat Pelayanan jalan | Tundaan Kendaraan(Detik) | Karasteristik |
| A | ≤ 5.00 | Arus bebas : Tidak ada fase pendekat sepenuhnya dimanfaatkan oleh lalu lintas dan tidak ada kendaraan menunggu.  |
| B | 5.1-15.0 | Arus lalulintas stabil: fase pendekat dimanfaatkan secara maksimal. pengemudi mulai merasa agak dibatasi dalam berkendara.  |
| C | 15.1-25.0 | Arus Stabil: fase pendekat utama dimanfaatkan sepenuhnya. Kebanyakan pengemudi merasa dibatasi. Penundaan yang lebih tinggi dapat dihasilkan dari siklus yang panjang. |
| D | 25.1-40.0 | Mendekati tidak stabil: Pengaruh kemacetan menjadi lebih terlihat. pengemudi mungkin harus menunggu melalui lebih dari satu tanda sinyal merah |
| E | 40.1-60.0 | Arus tidak stabil, volume mendekati kapasitas, kecepatan rendah |
| F | ≥ 60.00 | Arus terhambat, volume di atas kapasitas, banyak berhenti |

Sumber : *Highway Capacity Manual. Temporetion Research Board. Spesial Report* *No.209 (Third Edition). Washington D.C.. 1994.*

 Nilai tundaan rata-rata pada hari Rabu, tanggal 09 Juli 2013 adalah **48.0**, maka berdasarkan table di atas Tingkat pelayanan Jalan diklasifikasikan **E**, dengan karakteristik, *Arus tidak stabil, volume mendekati kapasitas, kecepatan rendah.*

 Setelah dilakukan pelebaran jalan seperti yang telah dihitung sebelumnya maka nilai tundaan rata-rata berubah menjadi **39.8**, maka berdasarkan standar Tingkat Pelayanan Jalan diklasifikasikan **D**, dengan karakteristik, *Mendekati tidak stabil: Pengaruh kemacetan menjadi lebih terlihat. pengemudi mungkin harus menunggu melalui lebih dari satu tanda sinyal merah*.

**BAB V**

**PENUTUP**

* 1. **Kesimpulan**
1. Berdasarkan Hasil Evalusai menggunakan metode MKJI 1997 yang telah di lakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:
2. Volume Arus Lalulintas Tertinggi
3. pada hari Selasa pada ruas jalan K Oening yaitu 1907 kendaraan per jam terjadi pada pukul 11.45-12.45 WITA, pada ruas jalan AW Syahrani 2866 kendaraan per jam terjadi pada pukul 11.15-12.15 WITA, pada ruas jalan L Soeprapto 2880 kendaraan per jam terjadi pada pukul 08.00-09.00 WITA, dan pada ruas jalan Juanda 3157 kendaraan per jam terjadi pada pukul 15.30-16.30 WITA.
4. pada hari Rabu pada ruas jalan K Oening yaitu 4018 kendaraan per jam terjadi pada pukul 15.00-16.00 WITA, pada ruas jalan AW Syahrani 3134 kendaraan per jam terjadi pada pukul 08.00-09.00 WITA, pada ruas jalan L Soeprapto 637 kendaraan per jam terjadi pada pukul 16.00-17.00 WITA, dan pada ruas jalan Juanda 2784 kendaraan per jam terjadi pada pukul 15.45-16.45 WITA.
5. pada hari Sabtu pada ruas jalan K Oening yaitu 4382 kendaraan per jam terjadi pada pukul 15.15-16.15 WITA, pada ruas jalan AW Syahrani 2787 kendaraan per jam terjadi pada pukul 07.15-07.15 WITA, pada ruas jalan L Soeprapto 499 kendaraan per jam terjadi pada pukul 07.00-08.00 WITA, dan pada ruas jalan Juanda 1598 kendaraan per jam terjadi pada pukul 07.45-08.45 WITA.
6. Untuk kapasitas simpang pada hari Selasa didapat 5615 smp/jam, pada hari Rabu didapat 5149 smp/jam, dan kapasitas simpang pada hari Kamis didapat 4882 smp/jam
7. Waktu siklus sinyal pada hari Selasa didapat 152 detik, hari Rabu didapat 154 detik dan waktu siklus hari Kamis didapat 107 detik
8. Tundaan rata–rata simpang pada hari Selasa 48.0 detik, pada hari Rabu didapt 52.1 detik, dan pada hari Sabtu didapat tundaan rata – rata 38.1 detik
9. Untuk tingkat pelayanan *(Level of Service)*  berdasarkan tundaan rata – rata simpang pada hari Selasa didapat LOS E (Arus tidak stabil, volume mendekati kapasitas, kecepatan rendah), pada hari Rabu didapat LOS E (Arus tidak stabil, volume mendekati kapasitas, kecepatan rendah), dan pada hari Sabtu LOS D (Mendekati tidak stabil: Pengaruh kemacetan menjadi lebih terlihat. pengemudi mungkin harus menunggu melalui lebih dari satu tanda sinyal merah)
10. Nilai DS/Derajat Kejenuhan (*Degree of Saturation*) tertinggi terjadi pada hari Selasa dan Rabu yaitu 0.89 yang artinya lebih besar dari yang telah disyaratkan yaitu DS≤0.85.
11. Pada pendekat Selatan Jalan Koedri Oening dilakukan penambahan Kapasitas dengan cara melebarkan Lebar Efektif dari 9.2 meter menjadi 9.5 meter.

Pada pendekat Barat jalan AW Syahrani dilakukan penambaha lebar Efektif dari 9 meter menjadi 9.5 meter.

Pada pendekat Utara jalan Letjend Soeprapto dilakukan penambaha lebar Efektif dari 8 meter menjadi 9.5 meter.

Pada pendekat Timur jalan Ir. H. Juanda dilakukan penambaha lebar Efektif dari 8.5 meter menjadi 9.5 meter

1. Berdasarkan hasil Optimalisasi yang telah di lakukan menggunakan metode MKJI 1997 dapat disimpulkan sebagai berikut:
2. Rencana Optimalisasi Alternatif 1
* Nilai Kapasitas didapat 5463 smp/jam
* Panjang Antrian terpanjang 109.33 meter pada ruas jalan AW Syahrani
* Waktu siklus sinyal didapat 108 detik,
* Tundaan rata–rata simpang 39.8 detik
* Tingkat Pelayanan *(Level of Service)*  berdasarkan tundaan rata – rata simpang didapat LOS D *(Mendekati tidak stabil: Pengaruh kemacetan menjadi lebih terlihat. pengemudi mungkin harus menunggu melalui lebih dari satu tanda sinyal merah)*

**5.2 Saran**

1. Memperjelas marka jalan yang mulai hilang (kabur), guna keselamatan pengemudi agar tidak ada alasan untuk melewati batas henti kendaraan.
2. Memberikan larangan atau pengalihan jalan kepada pengendara kendaraan berat untuk melewati persimpangan Jl. Tengkawang – Jl. Teuku Umar, Jl. M Said dan – Jl. MT. Haryono dan dialihkan ke jalan Slamet Riyadi guna kelancaran kinerja Persimpangan,

**DAFTAR PUSTAKA**

Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

Hariwijaya dan Triton. (2008). *Pedoman Penulisan Proposal dan Skripsi*, Jogjakarta: Percetakan Horiza.

Morlok Edwart K. (1995). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*.Jakarta: Penerbit Erlangga.

Risdiyanto. 2008. *Perbandingan Tundaan Simpang Bersinyal Dengan Metode MKJI 1997 Dan Metode Survei Lapanga*n. Yogyakarta: Universitas Janabadra.