

Perancangan Pengontrolan Traffic Light Otomatis

Zulfikar, Tarmizi dan Agus Adria

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
 Jl. T. Syech Abdurrauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh
 Email: zulfikarsafrina@yahoo.co.id

Abstrak— Penelitian perancangan pengontrolan traffic light otomatis dengan mikrokontroler AT89C51 ini bertujuan untuk mendapatkan suatu sistem kontrol yang nantinya bisa digunakan untuk mengurangi kemacetan-kemacetan di traffic light yang terjadi di kota-kota besar saat ini. Untuk masa yang akan datang, hal ini sangat dibutuhkan, mengingat semakin bertambahnya jumlah kendaraan yang mengantri di traffic light. Dalam penelitian ini dihasilkan sebuah sistem pengontrolan traffic light otomatis dan telah diuji pada miniatur traffic light untuk empat persimpangan jalan.

Kata Kunci :Traffic light, mikrokontroler AT89C51, sistem kontrol, sensor infra red

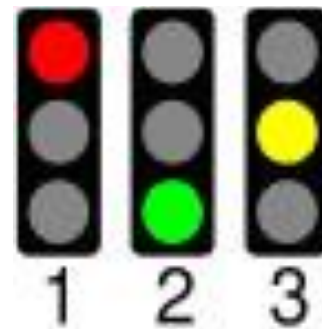
I. PENDAHULUAN

Pada tanggal 10 Desember 1868, sistem traffic light pertama dipasang London oleh J.P. Knight [1],[2]. Sejak saat itu sistem ini banyak dipasang dimana-mana. Traffic light moderen di perkenalkan pertama kali di Utah pada awal tahun 1912 [1],[3].

Selama ini sistem kontrol yang diterapkan pada traffic light hanya mengacu kepada waktu [4]-[6]. Suatu jalur boleh dilewati jika telah tiba saatnya dan terbatas hanya dalam rentang waktu tertentu. Permasalahan yang timbul adalah karena volume kendaraan yang melintas disuatu jalur berubah-ubah, sehingga sering terjadi kemacetan. Untuk menghindari hal ini, diperlukan suatu sistem traffic light otomatis.

Sistem traffic light otomatis sudah dipasang dimana-mana terutama di negara-negara maju [7]-[10]. Kebanyakan traffic light tersebut telah mengacu ke pada auto detect kendaraan yang lewat. Namun masih terdapat kekurangan-kekurangan seperti tidak bisa mengetahui panjangnya antrian kendaraan pada setiap jalur. Untuk itu, penulis mencoba merancang suatu sistem kontrol traffic light otomatis yang bisa mendeteksi panjangnya antrian kendaraan dan bisa mendeteksi jika terjadi kemacetan total akibat padamnya listrik di suatu traffic light.

Untuk mendeteksi seberapa banyak kendaraan yang mengantri, digunakan beberapa sensor yang dapat mendeteksi kendaraan yang mengantri disetiap jalurnya. Hasil pendeteksian dengan sensor-sensor ini akan dijadikan masukan ke sistem untuk mengatur traffic light. Jalur yang volume kendaraannya lebih padat akan didahulukan, sehingga akan terhindar terjadinya kemacetan. Selanjutnya sistem juga dilengkapi dengan sensor pendeteksi



Gambar 1. Langkah penyalan lampu pada traffic light

kemacetan, hal ini untuk menghindari kemacetan total setelah padamnya listrik seperti yang disebutkan sebelumnya. Untuk merealisasikan pengontrolan tersebut, penulis mencoba membuat sebuah miniatur traffic light.

II. TEORI PENDUKUNG

Untuk mempermudah memahami perancangan pengontrolan traffic light otomatis ini, maka penulis akan menjelaskan tentang apa traffic light dan pengontrolan kontrolnya, sensor inframerah dan Microcontroller AT89C51.

A. Pengontrolan Traffic Light

Traffic light untuk kendaraan dan pejalan kaki umumnya mempunyai 2 lampu utama, lampu merah berarti “berhenti” dan hijau yang berarti “boleh lewat”. Biasanya lampu merah bercampur dengan orange/ jingga dan hijau bercampur dengan biru untuk mendukung orang yang buta warna. Ada lampu tambahan (biasanya panah hijau) untuk menunjukkan arah berbelok [1],[11],[12].

Gambar 1 mengilustrasikan tiga langkah penyalan traffic light. Langkah pertama, lampu merah menyala, yang lain padam. Kemudian langkah kedua, lampu hijau menyala, langkah ketiga lampu kuning menyala. Setelah itu kembali lagi ke langkah pertama.

Ketika lampu merah menyala, kendaraan dari jalur tersebut tidak boleh lewat. Beberapa saat kemudian, lampu hijau menyala, kendaraan dari jalur tersebut boleh lewat, kemudian ketika lampu kuning menyala, kendaraan boleh lewat tetapi harus berhati-hati karena lampu ini hanya menyala sesaat dan diperuntukkan bagi kendaraan yang

terlanjur melaju memasuki persimpangan traffic light [13],[14].

A. Sistem Kontrol

Traffic light diatur oleh suatu sistem kontrol yang dipasang didalam suatu panel yang diletakkan tidak jauh dari traffic light. Di beberapa tempat (seperti New York) masih menggunakan elektro mekanik kontroler. Panel biasanya berisi suatu panel listrik, untuk mendistribusikan listrik, detektor antar muka panel, relay cepat, dan komponen lain [1],[5].

Jenis-jenis pengontrolan pada traffic light adalah [5],[15]:

- Kontrol waktu tetap, sistem kontrol ini tidak berubah-ubah. Waktu sirkulasi setiap jalur mendapatkan lamanya lampu merah menyala adalah tetap.
- Kontrol dinamis, sistem kontrol ini akan memprioritaskan jalur yang padat, dan bahkan jika tidak ada kendaraan yang mengantri, maka jalur tersebut tidak mendapatkan lampu hijau sama sekali.
- Kontrol terkoordinasi, sistem kontrol ini mengkoordinasikan antara traffic light yang berdekatan, sehingga tidak terjadi antrian yang panjang diantara kedua traffic light tersebut.
- Kontrol interupsi, di beberapa tempat yang padat arus kendaraan dan tidak ada zebra crossing (tempat menyebar jalan melalui tangga) pejalan kaki boleh

meminta untuk menyeberang.

B. Sensor Inframerah

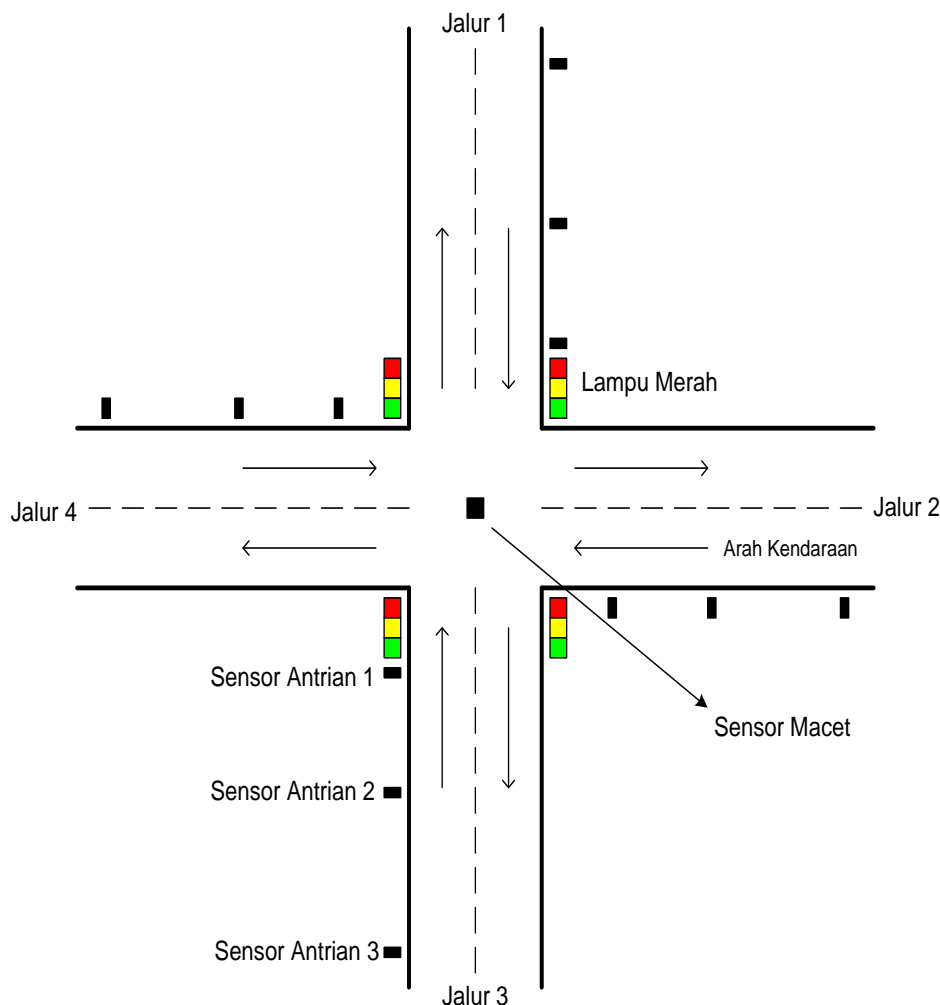
Untuk mendeteksi seberapa banyak kendaraan yang mengantri disuatu jalur, maka digunakan sensor inframerah. Sensor ini terdiri dari pengirim cahaya inframerah dan penerimanya. Pengirim yang digunakan adalah Light Emitting Diode (LED) yang memancarkan cahaya tak tampak oleh mata.

Untuk penerima cahaya tersebut, digunakan photodiode. Photo dioda ini akan menangkap cahaya inframerah yang dipancarkan oleh LED inframerah. Jika ada objek yang menutupi jalur cahaya inframerah, maka photodiode tidak bekerja.

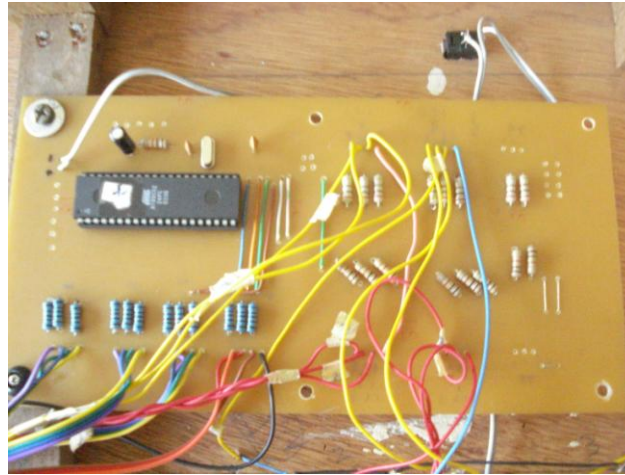
C. Mikrokontroler AT89C51

AT89C51 adalah mikrokontroler keluaran ATMEL dengan 4 Kbyte Flash PEROM (Programmable and erasable Read Only Memory). Memori internal yang terdapat pada AT89C51 menggunakan teknologi nonvolatile memori, dimana isi memori tersebut dapat diisi ulang ataupun dihapus berkali-kali [16]-[19].

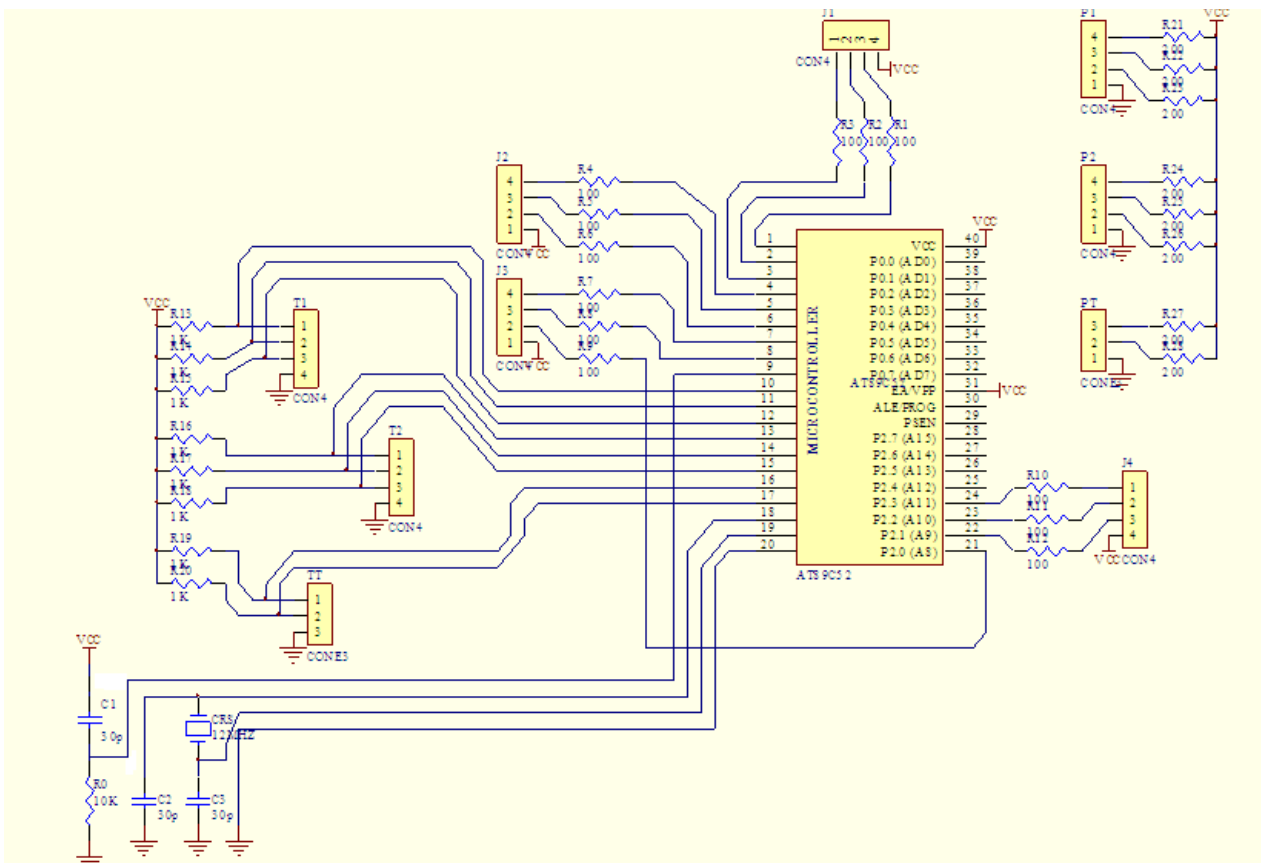
Instruksi (perintah) pemrograman pada mikrokontroler AT89C51 berstandar MCS51 code sehingga memungkinkan mikrokontroler ini untuk bekerja dalam mode single chip operation (mode operasi keping tunggal) yang tidak memerlukan memori eksternal (memori tambahan dari luar) untuk menyimpan source code tersebut. Program yang



Gambar 2. Sketsa perencanaan smart traffic Light



Gambar 3. Tampak fisik rangkaian miniatur



Gambar 4. Rangkaian lengkap sistem control traffic light otomatis

digunakan untuk mengatur mikrokontroler adalah bahasa Assembly [16]-[19].

III. PERANCANGAN PENGONTROLAN TRAFFIC LIGHT OTOMATIS

Perancangan sistem traffic light meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

A. Rancangan Perangkat Keras

Sistem traffic light otomatis dirancang untuk simpang empat (Gambar 2), namun untuk kondisi yang lain

(simpang tiga atau lima) juga bisa diterapkan hanya dengan mengubah sedikit konfigurasi letak sensor-sensor. Gambar 2, merupakan rancangan miniatur simpang empat untuk mensimulasikan secara nyata hasil pengontrolan dengan mikrokontroler. Untuk setiap jalur, dipasang sensor antrian 1, sensor antrian 2, sensor antrian 3, serta lampu merah yang sudah tersedia sebelumnya. Kemudian ditengah-tengah persimpangan dipasang sebuah sensor macet.

Perancangan sistem kontrol pada traffic light otomatis memanfaatkan mikrokontroler AT89C51 sebagai otak pengatur sistem kontrol tersebut. Seperti terlihat pada

Gambar 3, sensor antrian 1, sensor antrian 2, sensor antrian 3, dan sensor macet pada setiap jalur memberikan masukan (input) ke mikrokontroler. Output dari sistem mikrokontroller merupakan lampu merah ke semua jalur.

Gambar 3 dan 4 menunjukkan penampilan fisik dan rangkaian lengkap dari miniature traffic light otomatis.

B. Rancangan Perangkat Lunak

Traffic light otomatis ini akan mengatur berapa lama setiap jalur boleh dilalui kendaraan (lampu hijau) berdasarkan kriteria sebagai berikut:

- Waktu, akan dibedakan antara siang, malam, pagi, sore ataupun tengah malam.
- Kepadatan kendaraan, jika suatu waktu volume kendaraan yang mengatri disalah satu jalur lebih banyak dari jalur yang lain, maka jalur tersebut mendapat lampu hijau lebih lama dari yang lain.
- Kondisi khusus, seperti macet, atau ada rombongan kendaraan (pejabat, pemadam kebakaran dan lain-lain). Disini ada perlakuan khusus, sehingga meminimalisasi jumlah petugas kepolisian bertugas.

Perancangan perangkat lunak meliputi:

❖ Perancangan sistem normal.

Jika kondisi dimana beban arus lalu lintas dari semua sisi (ke empat jalur) berimbang, maka sistem akan memberi kesempatan yang sama pada semua jalur. Disini diasumsikan lampu hijau menyala selama 10 detik, kuning 2 detik dan lampu merah bersamaan (waktu transisi antara jalur satu ke yang lainnya) 2 detik. Sistem ini akan berulang setiap 56 detik.

❖ Perancangan kemacetan tingkat satu.

Jika sensor 1 dari salah satu jalur aktif selama 5 detik berterusan, maka kondisi ini diasumsikan sebagai kemacetan tingkat satu. Jalur yang sensor 1 nya aktif, akan mendapatkan lampu hijau 5 detik lebih lama dari sistem normal.

❖ Perancangan kemacetan tingkat dua

Jika kondisi kemacetan tingkat satu bertahan dan sensor 2 dari jalur tersebut aktif selama 5 detik berterusan, maka kondisi ini diasumsikan sebagai kemacetan tingkat dua. Jalur yang sensor 1 dan sensor 2 nya aktif, akan mendapatkan lampu hijau 10 detik lebih lama dari sistem normal.

❖ Perancangan kemacetan tingkat tiga

Jika kondisi kemacetan tingkat dua bertahan dan sensor 3 dari jalur tersebut aktif selama 5 detik berterusan, maka kondisi ini diasumsikan sebagai kemacetan tingkat tiga. Jalur yang sensor 1, sensor 2 dan sensor 3 nya aktif, akan

mendapatkan lampu hijau 15 detik lebih lama dari sistem normal.

❖ Perancangan kemacetan total

Jika sensor macet 1 dan sensor macet 2, keduanya aktif selama 12 detik berterusan, maka kondisi ini disebut macet total. Jika ini terjadi maka lampu merah akan menyala disemua jalur sampai sensor semua jalur akan mendapatkan lampu merah secara bersamaan. Kondisi ini bertahan sampai kedua sensor macet tersebut tidak aktif selama minimal 4 detik.

❖ Perancangan sistem untuk kondisi sepi

Jika kondisi dimana lalu lintas kendaraan yang melewati lampu merah tersebut sangat sedikit, maka lampu kuning dari semua jalur akan berkedip-kedip (hidup 0,5 detik, padam 0,5 detik). Kondisi ini adalah asumsi dari keadaan pada saat malam hari, misalkan dari jam 10 malam sampai jam 7 pagi dimana praktis sangat sedikit kendaraan yang lewat.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi perangkat keras berupa perpaduan rangkaian-rangkaian elektronik dengan sistem minimum dan sistem sensor serta display. Diagram Blok Sistem secara umum dapat dilihat pada Gambar 5.

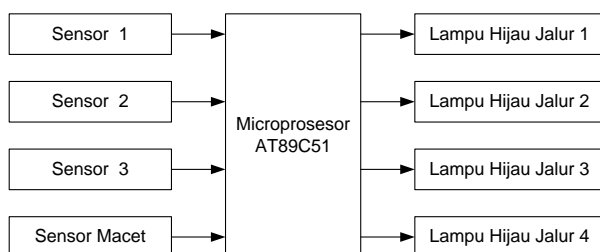
Perancangan sistem kontrol pada traffic light otomatis memanfaatkan mikrokontroler AT89C51 sebagai otak pengatur sistem kontrol tersebut. Seperti terlihat pada Gambar 5, sensor 1, sensor 2, sensor 3, dan sensor macet pada setiap jalur memberikan masukan (input) ke mikrokontroler. Output dari sistem mikrokontroller merupakan lampu merah disetiap jalur. Hasil tampilan sistem traffic light yang bekerja adalah seperti Gambar 6.

Suatu sistem digital dewasa ini hampir semuanya dilengkapi dengan perangkat lunak untuk menkonfigurasi, inialisasi dan mengatur kerja perangkat keras dengan baik. Sistem yang dirancang ini kerjanya mengikuti sistem digital, karena hampir semua rangkaian merupakan rangkaian dengan komponen IC (integrated circuit) digital. Berikut ini adalah flow chat perangkat lunak yang berfungsi untuk mengatur dan memfungsikan sistem secara keseluruhan.

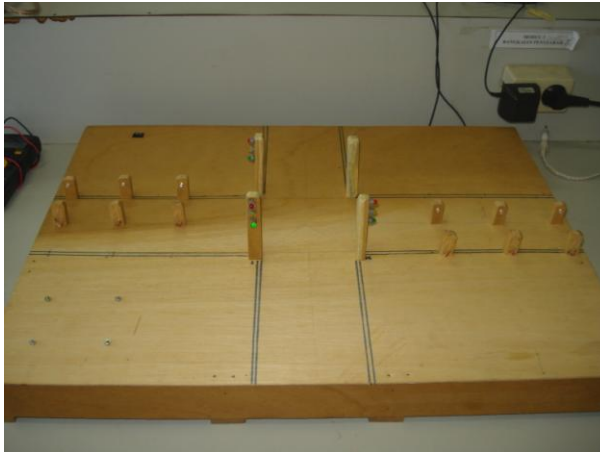
Gambar 7. menunjukkan diagram alir perangkat lunak keseluruhan sistem yang meliputi program normal, macet tingkat satu, macet tingkat dua, macet tingkat tiga, kemacetan total, dan kondisi sepi.

Pada diagram alir dapat dilihat proses penentuan suatu sistem termasuk dalam katagori normal, kemacetan total, sepi, macet tingkat satu, dua, atau tiga. Sistem normal akan bekerja bila semua sensor tidak aktif atau tidak tengah malam (sistem sunyi). Sistem sunyi adalah program yang dirancang khusus untuk waktu malam hari. Jika sensor macet 1 dan 2 bekerja, maka sistem akan beralih ke kemacetan total, tetapi jika tidak, sistem akan memeriksa apakah sensor 1, 2 dan 3 di setiap jalur bekerja. Sensor 1 akan mengubah program menjadi macet tingkat satu, Sensor 2 akan mengubah program menjadi macet tingkat dua, dan Sensor 3 akan mengubah program menjadi macet tingkat tiga.

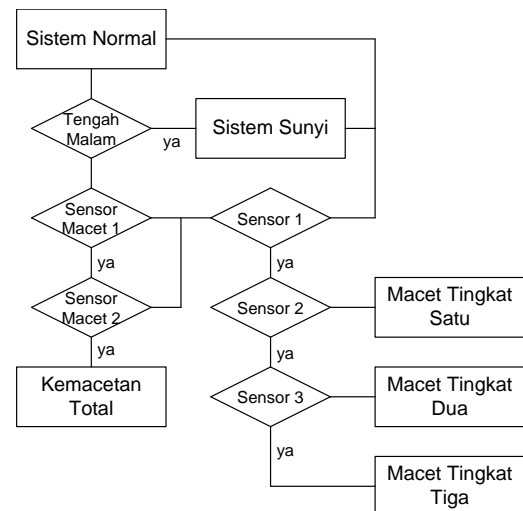
Pengujian sistem ini dilakukan di Laboratorium elektronika. Saat pengujian tidak ditemukan kendala yang berarti, kecuali penulis kesulitan dalam mensimulasikan keadaan yang menyerupai kondisi sesungguhnya dilapangan. Hal ini dikarenakan tidak adanya sistem



Gambar 5. Diagram blok hubungan sensor dengan lampu-lampu pengatur traffic light



Gambar 6. Blok diagram hubungan sensor (input) dengan lampu merah (output)



Gambar 7. Diagram alir program keseluruhan

pencatat waktu dalam jumlah yang banyak dan tepat secara bersamaan.

Pengujian dilakukan terbatas hanya untuk 2 jalur dari persimpangan 4 jalur, hal ini dikarenakan tidak ada sistem interupsi pada perancangan perangkat lunak. Sistem yang dipakai adalah sequensial (berurutan). Pada pengujian hardware juga tidak melibatkan sensor macet 1 dan 2.

Perbandingan sistem ini dengan sistem lampu lalu lintas normal biasa yang dipakai dilapangan saat ini sangatlah terasa. Dimana dengan sistem ini praktis tidak akan ada kemacetan yang berarti.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diperlukan suatu asumsi-asumsi tertentu untuk mewakili kondisi sebenarnya di lapangan.
2. Untuk sistem normal dengan asumsi seperti pada perancangan diatas, maka waktu tunggu adalah 54 detik dikurangi dengan lamanya lampu hijau pada jalur tersebut (10 detik).
3. Untuk sistem kemacetan tingkat satu, dua dan tiga, maka lamanya waktu tunggu lebih lama 5 detik jika hanya satu buah sensor 1 yang aktif. Dan ini akan lebih lama jika sensor-sensor lain juga ikut aktif.
4. Sistem kontrol yang dirancang sangat baik jika diterapkan dilapangan. Jumlah jalur yang dipasang sensor seharusnya 4 (semua jalur) supaya betul-betul mencerminkan kondisi sebenarnya.
5. Jenis dan letak sensor untuk mendeteksi kemacetan dan kepadatan lalu lintas tidak sesuai jika dipasang dilapangan. Harus dicari suatu jenis sensor yang lebih akurat dan ditempatkan sedemikian sehingga tidak terhalang oleh benda-benda lain selain kendaraan yang melintas.

ACKNOWLEDGEMENT

Kami mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Syiah Kuala yang telah mendanai dan mendukung pelaksanaan penelitian ini dengan sumber dana dari pemerintah daerah Nanggroe Aceh Darussalam tahun anggaran 2008.

DARTAR PUSTAKA

- [1] "Traffic Light." en.wikipedia.org. 30 Desember 2002. Web 15 November 2011. <http://en.wikipedia.org/wiki/Traffic_light>.
- [2] Reganold, Michele. "A brief history of traffic signals". 2007. Web 15 November 2011. <http://www.techtransfer.berkeley.edu/newsletter/07-4/traffic_signals.php>.
- [3] Paul S., Practical Electronics for Inventors, e-Book: McGraw-Hill, 2000.
- [4] Lee J. C., Wortman R. H., Hook D. J., and Poppe M. J., Comparative Analysis of Leading and Lagging Left Turns. Phoenix, Arizona Department of Transportation, 1991
- [5] Felipe E., Mitic D., and Zein S. R., Safety Benefits of Additional Primary Signal Heads. Vancouver, B.C., Insurance Corporation of British Columbia; G.D. Hamilton Associates, 1998
- [6] FHWA and Institute of Transportation Engineers, Making Intersections Safer: A Toolbox of Engineering Countermeasures to Reduce Red-Light Running. FHWA/TX-03/4027-2, Texas Transportation Institute, 2002
- [7] McGee H., Taori S., and Persaud B. N., NCHRP Report 491: Crash Experience Warrant for Traffic Signals. Washington, D.C., Transportation Research Board, National Research Council, 2003
- [8] Hauer E., Left Turn Protection, Safety, Delay and Guidelines: A Literature Review. www.roadsafetyresearch.com, 2004
- [9] Harkey D., Srinivasan R., Zegeer C., Persaud B., Lyon C., Eccles K., Council F. M., and McGee H., Crash Reduction Factors for Traffic Engineering and Intelligent Transportation System (ITS) Improvements: State of Knowledge Report. Research Results Digest, Vol. 299, Transportation Research Board of the National Academies, 2005
- [10] Lyon C, Haq A., Persaud B. N., and Kodama S. T., Development of Safety Performance Functions for Signalized Intersections in a Large Urban Area and Application to Evaluation of Left Turn Priority Treatment. 2005 TRB 84th Annual Meeting: Compendium of Papers CD-ROM, Vol. TRB#05-2192, Washington, D.C., 2005
- [11] Anonim, A b c Traffic Signal 101, Minnesota Department of Transportation, 2006.
- [12] Anonim, A b c [Traffic Signal Standards](#), National Transportation Operations Coalition, 2002
- [13] Sayed T., El Esawey M., and Pump J., Evaluating the Safety Impacts of Improving Signal Visibility at Urban Signalized Intersections. 2007 TRB 86th Annual Meeting: Compendium of Papers CD-ROM, Vol. TRB#07-135, Washington, D.C., 2007
- [14] Bahar G., Parkhill M., Hauer E., Council F., Persaud B., Zegeer C., Elvik R., Smiley A., and Scott B. Prepare Parts I and II of a Highway Safety Manual: Knowledge Base for Part II. Unpublished material from NCHRP Project 17-27, 2007
- [15], Basic Traffic Signal Training, NIATT / University of Idaho, 2004.

- [16] Datasheet “ATMEL 8-bit Microcontroler AT89C51”, <www.atmel.com>
- [17] Eko Putra, Agfianto, Belajar mikrokontroler AT89C51, teori dan aplikasi, edisi II, 2004
- [18] Nalwan, Paulus Andi, Panduan Praktis Teknik Pemrograman Antarmuka AT89C51, Elex Media Komputindo, Jakarta, 2004
- [19] Singh, S K., Industrial Instrumentation and Control, second edition”,2003