BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Logika fuzzy

Logika fuzzy adalah suatu cara untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Antara input dan output terdapat satu kotak hitam yang harus memetakan input ke output yang sesuai.

2.1.1. Perkembangan Sistem Logika Fuzzy

Pada generasi pertama teknologi fuzzy, terdapat beberapa kendala yang ditemui untuk mengembangkan pada industri-industri atau sistem kendali yang telah ada. Saat itu belum ada metodologi yang sistematik tentang aplikasi pengendali fuzzy, penentuan rancang bangun yang tepat, analisa permasalahan, dan bagaimana pengaruh perubahan parameter sistem terhadap kualitas unjuk kerja sistem. Jadi tidak bisa diharapkan suatu rancang bangun yang universal dan strategi optimasi fuzzy dapat segera digunakan secara praktis.

Dalam perjalanan perkembangan suatu generasi teknologi menjadi lebih mantap dan berdaya guna tinggi, membutuhkan adanya pengembangan dasar pengetahuan dan dilakukannya berbagai macam riset atau penelitian yang bersifat eksperimental. Penelitian atau riset ini akan memberikan jawaban terhadap pertanyaan mendasar seperti : teori-teori apa saja yang masih secara praktis masih relevan untuk kemudian dikembangkan atau

teori mana saja yang sama sekali tidak bisa digunakan lagi? Teori yang bermanfaat adalah teori yang dianggap mampu menjembatani penggabungan pengendali fuzzy dengan sistem kendali konvensional atau algoritma kendali modern seperti jaringan neural, algoritma genetik, dan lain sebagainya.

Saat ini logika fuzzy telah berhasil menerobos kendala-kendala yang dulu pernah ditemui dan segera menjadi basis teknologi tinggi. Penerapan teori logika ini dianggap mampu menciptakan sebuah revolusi dalam teknologi. Sebagai contoh, mulai tahun 90-an para manufaktur industri yang bergerak di bidang *Distributed Control Sistem* (*DCSs*), *Prorammable Logic Control* (*PLCs*), dan *Microcontrollers* (*MCUs*) telah menyatukan sistem logika fuzzy pada barang produksi mereka dan memiliki prospek ekonomi yang baik.

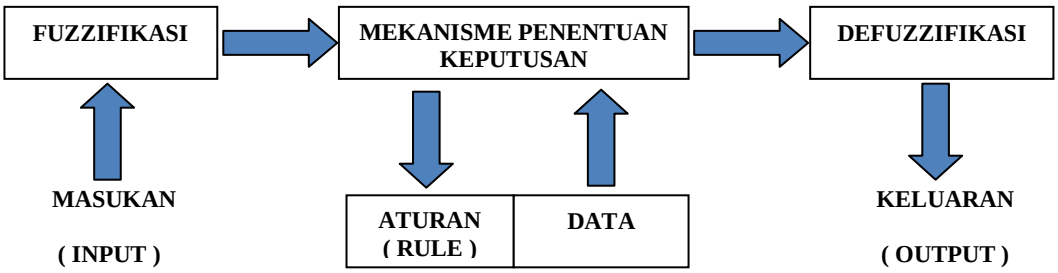
Ada dua alasan utama yang mendasari pengembangan teknologi berbasis sistem fuzzy, yaitu :

- Menjadi *state-of-the-art* dalam sistem kendali berteknologi tinggi. Jika diamati pengalaman pada negara-negara berteknologi tinggi, khususnya di negara Jepang, pengendali fuzzy sudah sejak lama dan luas digunakan di industri-industri dan alat-alat elektronika. Daya gunanya dianggap melebihi dari pada teknik kendali yang pernah ada. Pengendali fuzzy terkenal karena kehandalannya, mudah diperbaiki, dan yang lebih penting lagi pengendali fuzzy memberikan

pengendalian yang sangat baik dibandingkan teknik lain, yang bisaanya membutuhkan usaha dan dana yang lebih besar;

- Dalam perspektif yang lebih luas, pengendali fuzzy ternyata sangat bermanfaat pada aplikasi-aplikasi sistem identifikasi dan pengendalian *ill-structured*, dimana linieritas dan invariansi waktu tidak bisa ditentukan dengan pasti, karakteristik proses mempunyai factor *lag* (*ketertinggalan*), dan dipengaruhi oleh deru acak. Bentuk sistem seperti ini jika dipandang bentuk sistem konvensional sangat sulit untuk dimodelkan.

Proses mekanisme dari logika fuzzy dapat dilihat pada **Gambar 2.1** dibawah ini.



Gambar 2.1 Blok diagram logika fuzzy

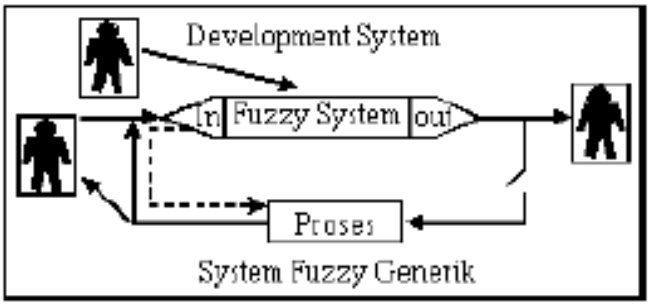
2.1.2. Sistem Pengontrolan Fuzzy

Ada beberapa sistem yang digunakan dalam logika fuzzy, diantaranya adalah :

A. Kendali Fuzzy

B. Klasifikasi Fuzzy

C. Diagnosis Fuzzy



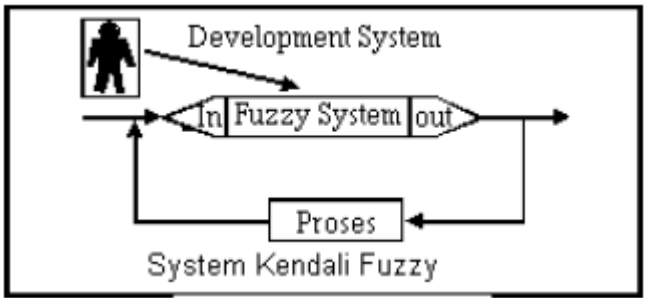
Gambar 2.2 Sistem Fuzzy Generik

Sistem fuzzy secara umum dapat dilihat pada **Gambar 2.2**. Pada gambar tersebut terdapat blok proses, sistem fuzzy dan sistem pengembangan (*development sistem*). Pihak *developer* diletakan paling atas pada gambar ini. Selain itu terdapat dua operator, yaitu seorang yang bertanggung jawab atas masukan untuk sistem fuzzy dan keluaran dari proses, dan seorang lagi bertugas membawa masukan ke dalam proses dan menentukan keluaran dari sistem fuzzy. Operator ini sebenarnya tidak harus seorang operator manusia, biasanya sistem fuzzy atau non-fuzzy yang berfungsi mengantarkan masukan atau keluaran sinyal proses. Dari gambar ini dapat diturunkan beberapa sistem fuzzy, seperti pengendali fuzzy, klasifikasi fuzzy dan sistem pendiagnosaan fuzzy.

A. Kendali Fuzzy

Sebuah kendali fuzzy yang digambarkan pada **Gambar 2.3** merupakan suatu sistem lingkar tertutup, di mana tidak terdapat operator yang menjadi bagian dari sistem lingkar kendali (*control loop*). Contoh dari sistem kendali ini adalah *vacuum cleaner*. Sistem pada alat ini mengatur daya motor penghisap tergantung pada banyaknya debu di lantai atau karpet. Contoh lain dari sistem kendali fuzzy adalah optimasi torsi

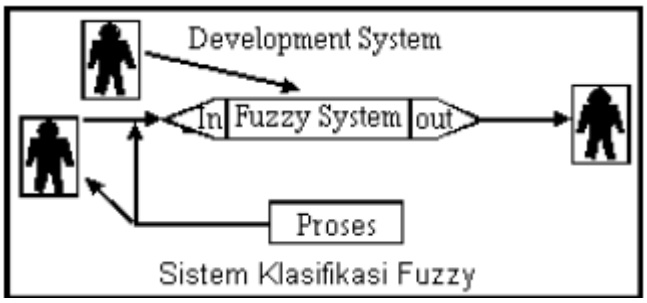
dalam sistem kereta listrik dan sistem kereta bawah tanah. Masukan sistem kandali berupa kecepatan kereta dan koefisien resistansi rel.



Gambar 2.3 Sistem Kendali Fuzzy

B. Klasifikasi Kendali Fuzzy

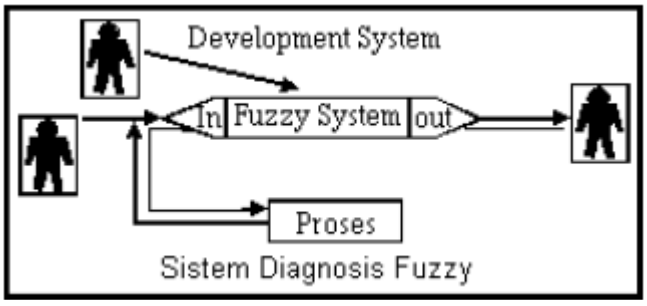
Pada sistem klasifikasi fuzzy (**Gambar 2.4**) tidak terdapat loop tertutup. Sistem ini hanya menerima masukan dan keluaran dari proses untuk selanjutnya memberikan informasi berupa kondisi (*state*) dari proses tadi. Informasi kondisi ini dapat digunakan untuk mengendalikan sistem atau memberikan tanggung jawab kendali kepada operator. Secara matematis, sistem klasifikasi lebih dekat pada teori himpunan dari pada teori fungsi. Pada sistem ini, sifat kesamaan (*Vagueness*) sering ditemui pada opini pakar dan jarang menggunakan model relasi fuzzy.



Gambar 2.4 Sistem Klasifikasi Fuzzy

C. Diagnosis Fuzzy

Pada sistem diagnosis fuzzy (**Gambar 2.5**) peranan manusia/operator lebih domain.pengiriman data dilaksanakna oleh operator ke dalam sistem, ketika sistem memerlikan data tambahan. Selain itu operator dapat meminta atau menanyakan informasi dari sistem diagnosis berupa hasil konklusi diagnosis atau prosedur detail hasil diagnosis oleh sistem. Dari sifat sistem ini, sistem diagnosis fuzzy dapat digolongkan pada sistem pakar fuzzy.sistem pakar fuzzy adalah sistem pakar yang menggunakan notasi fuzzy pada aturan-aturan dan proses inferensi (*logika keputusan*). Salah satu kelebihan sistem pakar fuzzy dibandingkan sistem pakar konvensional adalah jumlah aturan lebih sedikit, sehingga sistem lebih transparan untuk dianalisa. Kekurangannya adalah kehandalan sistem sangat tergantung pada baik-buruknya proses pengumpulan aturan seperti prosedur pertanyaan dan komponen-komponen kuisioner, serta sering terjadi kesulitan untuk menyimpulkan suatu pertanyaan tertentu oleh operator.



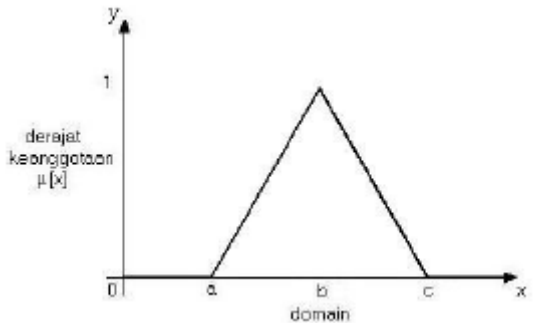
Gambar 2.5 Sistem Diagnosis Fuzzy

2.1.3. Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Selain blok diagram dan sistem fuzzy diatas, ada beberapa fungsi keanggotaan fuzzy yang berguna untuk mendapatkan nilai keanggotaan dan digunakan sebagai perhitungan input output sistem. Diantaranya adalah :

A. Representasi Linier Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linier) seperti terlihat pada **Gambar 2.6.**



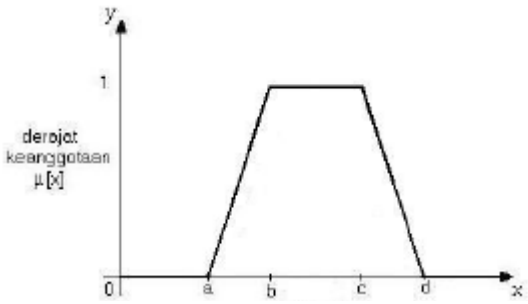
Gambar 2.6 Representasi Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan dari representasi kurva segitiga adalah :

$$\mu[x] = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b}\right), 0\right) \qquad \text{(Persamaan 2.1)}$$

B. Representasi Kurva Trapesium

Pada dasarnya kurva trapezium hamper sama dengan kurva segitiga, akan tetapi ketika nilai domain telah mencapai derajat keanggotaan tertinggi terjadi nilai domain dengani nilai sama untuk beberapa saat kemudian nilai domain turun kembali menuju derajat keanggotaan terendah, seperti terlihat pada **Gambar 2.7.**



Gambar 2.7 Representasi Kurva Trapesium

Fungsi keanggotaan dari representasi kurva trapezium adalah :

$$\mu[x == \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{x-d}{c-d}\right), 0\right) \qquad \text{(Persamaan 2.2)}$$

2.1.4. Operator Dasar untuk Operasi Keanggotaan Fuzzy

Untuk mengkombinasikan atau memodifikasi keanggotaan fuzzy, ada beberapa operasi yang didefinisikan, yaitu :

A. Fuzzy Membership

Jika *X* adalah suatu kumpulan obyek-obyek dan *x* adalah elemen dari *X*. Maka himpunan *fuzzy A* yang memiliki domain *X* didefinisikan sebagai:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\} \qquad \text{(Persamaan 2.3)}$$

B. Fuzzy Intersection

Salah satu operasi umum yang digunakan pada *Fuzzy Intersection* adalah operator MIN dab AND. Irisan dari dua buah himpunan *fuzzy A* dan *B* adalah himpunan fuzzy *C* dituliskan sebagai $C = A \cap B$ atau $C = A\ AND\ B$, memiliki fungsi keanggotaan yang berhubungan dengan *A* dan *B* yang didefinisikan sebagai berikut:

$$\mu_C(x) = \min\ [\mu_A(x), \mu_B(x)] = \mu_A(x) \cap \mu_B(x) \quad \text{(Persamaan 2.4)}$$

C. Fuzzy Union

Salah satu operasi umum yang digunakan pada *Fuzzy Union* adalah operator MAX atau operator OR. Gabungan dari dua buah himpunan *fuzzy* *A* dan *B* adalah himpunan fuzzy *C* ditulis sebagai $C = A \cup B$ atau $C = A\ OR\ B$, memiliki fungsi keanggotaan yang berhubungan dengan *A* dan *B* yang didefinisikan sebagai berikut:

$$\mu_C(x) = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)] = \mu_A(x) \cup \mu_B(x) \quad \text{(Persamaan 2.5)}$$

2.1.5. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi pada komposisi aturan mamdani dengan menggunakan metode *centroid*. Dimana pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah *fuzzy*. Secara umum dirumuskan :

$$\mu(x) = \frac{\int_a^b x\mu(x)dx}{\int_a^b \mu(x)dx} \text{ atau } \mu(x) = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i\mu(x_i)}{\sum_{i=1}^{n} x_i\mu(x_i)}$$

Ada dua keuntungan menggunakan metode *centroid*, yaitu :

a. nilai *defuzzyfikasi* akan bergerak secara halus sehingga perubahan dari suatu himpunan *fuzzy* juga akan berjalan dengan halus;

b. lebih mudah dalam perhitungan.

2.2. Lalu – Lintas

2.2.1. Pengertian dan Persoalan Lalu-Lintas

Lalu-lintas (*traffic*) adalah kegiatan lalu-lalang atau gerak kendaraan atau orang di jalanan. Masalah yang dihadapi dalam perlalulintasan adalah keseimbangan antara kapasitas jaringan jalan dengan banyaknya kendaraan dan orang yang berlalu-lalang menggunakan jalan tersebut. Persoalan lalu

lintas timbul bila volume lalu lintas mendekati kapasitas jaringan jalan sebagai akibat ketidakseimbangan antara kesediaan berupa kapasitas jaringan jalan dengan permintaan, yakni volume lalu lintas orang, hewan dan terutama kendaraan. Wujud persoalannya adalah kemacetan dan kesemrawutan lalu lintas, kecelakaan lalu lintas, ketegangan psikis pengguna jalan, dan lain-lain.

2.2.2. Pengelolaan Lalu Lintas

PP No.3 Th. 1993 mendefinisikan bahwa pengelolaan lalu lintas meliputi perencanaan, pengaturan, pengawasan, dan pengendalian lalu lintas. Perencanaan lalu lintas meliputi penetapan tingkat pelayanan yang diinginkan, inventarisasi dan evaluasi tingkat pelayanan, penetapan pemecahan masalah lalu lintas, serta penyusunan rencana dan program pelaksanaannya.

Pengaturan lalu lintas meliputi penetapan kebijakan lalu lintas pada jaringan atau ruas jalan tertentu, berupa perintah, anjuran dan larangan yang masing-masing mengandung konsekuensi hukum. Konsekuensi hukumnya hampir sama dengan pengendalian yang meliputi pemberian arahan dan petunjuk dalam pelaksanaan kebijakan lalu lintas serta bimbingan dan penyuluhan kepada masayarakat mengenai hak dan kewajiban masyarakat dalam berlalu lintas.

Sebagaimana telah diutarakan, komponen lalu lintas terdiri dari manusia (pengguna jalan), kendaraan, dan jalan yang saling berkaitan satu sama

lain yang saling mempengaruhi. Oleh karena itu, sasaran pengelolaan lalu lintas adalah pada ketiga komponen tersebut diatas. Karakteristik arus lalu lintas sangat berbeda dengan gerak perorangan. Peraturan perundang-undangan dan rekayasa dibidang perlalulintasan ditujukan untuk mengatur ketiga komponen diatas dengan tujuan melancarkan arus lalu lintas dan menurunkan tingkat kecelakaan lalu lintas. Dalam pelaksanaannya semua itu memerlukan pengawasan yang melipiti pemantauan dan penilaian kebijakan lalu lintas, serta tindakan korektif terhadap kebijakan lalu lintas sebagaimana dimaksud diatas.

Upaya mengelola lalu lintas pada dasarnya adalah upaya mengoptimalkan kapsitas jaringan jalan untuk menampung volume lalu lintas yang ada atau diperkirakan akan terjadi. Persoalan utama adalah kapasitas jaringan jalan sudah mendekati kejenuhan atau malah sudah melampaui, artinya persediaan (*kapasitas =C*) lebih kecil dari permintaan (*volume* lalu lintas *=V*).

Akibat $V > C$, maka lalu lintas mengalami kemacetan, kesemrawutan, dan kecelakaan. Akibat turunannya adalah meningkatnya biaya angkutan kerena pemborosan bahan bakar, tingginya tingkat kerusakan kendaraan, pemborosan waktu perjalanan, meningkatnya pencemaran lingkungan, meningkatnya ketegangan masyarakat, dan lain-lain. Semua ini merupakan kerugian public yang sebagian dapat diterjemahkan dalam satuan uang dan harus dibayar oleh masyarakat. Sebagian lagi tidak dapat (atau sulit, atau

dapat namun secara tidak langsung) dinilai dalam satuan uang, namun tetap menjadi beban masyarakat. Pemecahan persoalan lalu lintas yang bersumber dari ketidakseimbangan antara C dan V dapat ditempuh dengan tiga cara :

Pertama menambah *C* dengan membangun jaringan jalan baru atau melebarkan jalan yang sudah ada. Cara ini tidak mungkin dilalukan terus-menerus sesuai dengan kebutuhan. Pelebaran jalan ada batasnya, karena pada batas tertentu akan berhadapan dengan masalah ekonomi-sosial-budaya yang sangat berat, kecuali dengan pengorbanan yang cukup besar. Kedua, mengurangi *V* dengan mengurangi banyaknya kendaraan yang melewati jalan tertentu. Cara ini hanya efektif untuk sementara, apalagi jumlah kendaraan selalu tidak bisa diimbangi dengan laju pembangunan jalan. Ketiga, menggabungkan cara pertama dan kedua melalui berbagai kebijakan lalu lintas yang tertuang dalam rekayasa dan peraturan perundang-undangan tentang perlalulintasan.

2.2.3. Rekayasa Lalu Lintas

Upaya pengendalian lalu lintas tidak cukup hanya diatur melalui peraturan perundang-undangan, tetapi perlu diimbangi dengan upaya di bidang kerekayasaan guna mendukung upaya hukum. Lalu lintas telah berkembang dengan sangat pesat sejalan dengan perkembangan otomotif. Kemampuan olah gerak kendaraan semakin tinggi, terutama kecepatan, daya jelajah, dan daya angkutnya. Oleh karena itu, dituntut pula

pengembangan rekayasa jaringan jalan misalnya sistem persimpangan dengan sistem simpang susun. Perencanaan sirkulasi lau lintas, sistem perparkiran, sistem angkutan masal merupakan sisi lain dari rekayasa lalu lintas. Dalam rangka pelaksanaan pengelolaan lalu lintas di jalan, dilakukan rekayasa lalu lintas [PP No.43 Th.1993] yang meliputi :

1. Perencanaan, pembangunan dan pemeliharaan jalan
2. Perencanaan, pengadaan, pemasangan dan pemeliharaan rambu-rambu, marka jalan, alat pemberi isyarat lalu lintas, serta alat pengendali dan pemakai jalan

Perencanaan sebagaimana dimaksud diatas meliputi perencanaan kebutuhan, pengadaan dan pemasaran, pemeliharaan serta penyusunan program pelaksanaannya. Pemasangan dan penghapusan setiap rambu-rambu lalu lintas, marka jalan, alat pemberi isyarat lalu lintas, serta alat pengandali dan alat pengamanan pemakai jalan harus didukung oleh sistem informasi yang diperlukan.

Jalan direncanakan dan dirancang sedemikian rupa sehingga ada hirarki yang membentuk sistem pelayanan yang tak terpisahkan dengan pola tata ruang kegiatan. Watak jalan yang mampu berperan sebagai pemicu dan pemacu pembangunan adalah fakta yang nyata. Ruas jalan yang dibangun sebagai penghubung antara satu kawasan dengan kawasan yang lain, dengan serta merta mengubah nilai lahan pada jalur yang bersangkutan

sebagai akibat dari akses yang meningkat. Akibatnya, tak terelakan lagi, kegiatan di sepanjang jalan tersebut berkembang.

Dalam penataan jaringan jalan, agar tersusun sistem jaringan yang baik, harus diperhatikan hirarki jairngan. Hirarki jaringan jalan akan menuntun pada susunan sistem pelayanan jasa angkutan jalan yang kemudian akan menjadi sistem sirkulasi lau lintas di jalan. Tidak kurang pentingnya adalah lingkungan disepanjang jalur jalan, karena hal ini cukup besar pengaruhnya dalam perlalulintasan. Lingkungan yang tertata dengan baik selain dapat menambah pengamanan bagi pengguna jalan, juga mempunyai peranan penting dalam keamanan berkendaraan sehingga dapat menaikan tingkat keamanan lalu lintas. Rambu-rambu, isyarat, lampu, marka jalan, pagar pengaman, pemilihan jenis tanaman pelindung adalah berbagai elemen lingkungan yang harus menjadi perhatian dalam mengelola perlalulintasan.

Menurut *Guide to Traffic Engineering Practice Part I*, Austroads 1988 kinerja arus lalu lintas dan kapasitas jalan dipengaruhi oleh kondisi fisik jaringan jalan, seperti :

a. Lebar jalur jalan;
b. Rancang geometric jalan;
c. Kondisi dan jenis perkerasan jalan;
d. Lebar dan banyaknya jalur;
e. Gradient;

f. Jarak pandang;

g. Frekuensi dan bentuk persimpangan;

h. Kelengkapan jalan;

i. Hamparan dan daya tarik lintas.

Apabila persyaratan teknis semua elemen tersebut di atas terpenuhi, baik kualitas maupun kuantitas, maka kelancaran arus lalu lintas dapat terjamin. Guna memperlancar arus lalu lintas kendaraaan, jalur jalan dapat ditetapkan menjadi jalur searah atau jalur dua arah yang masing-masing dapat dibagi dalam beberapa jalur sesuai dengan lebar badan jalan. Jalur adalah bagian jalan yang dipergunakan untuk lalu lintas sedangkan lajur adalah bagian jalur yang memanjang, dengan atau tanpa marka jalan, yang memiliki lebar cukup untuk laju satu kendaraan bermotor, selain sepeda motor. Membangun median jalan untuk membuat satu jalur jalan menjadi dua jalur yang berbeda arah dan tiap jalur terdiri atas beberapa lajur adalah upaya untuk memperlancar arus lalu lintas.

Persimpangan jalan adalah sumber konflik lalu lintas. Satu perempatan jalan sebidang menghasilkan 16 titik konflik. Oleh karena itu, upaya memperlancar arus lalu lintas adalah dengan ‘meniadakan’ titik konflik ini, misalnya dengan membangun pulau lalu lintas atau bundaran, memasang lampu lalu lintas yang mengatur giliran gerak kendaraan, menerapkan arus searah, menerapkan larangan belok kanan, maka titik konflik tinggal 4 buah, dan dengan simpang susun titik konflik secara teori ditiadakan.

2.2.4. Rambu Lalu Lintas

Rambu lalu lintas adalah salah satu alat perlengkapan jalan dalam bentuk tertentu yang memuat lambang, huruf, angka, kalimat dan/atau perpaduan di antaranya, yang digunakan untuk memberikan peringatan, larangan, perintah dan petunjuk bagi pemakai jalan. Rambu lalu lintas mengandung berbagai fungsi yang masing-masing memiliki konsekuensi hukum. Salah satu rambu lalu lintas adalah lampu lalu lintas. Alat pemberi isyarat lalu lintas ini berfungsi untuk mengatur lalu lintas kendaraan atau para pejalan kaki. Alat ini terdiri dari :

a. Lampu tiga warna

Banyaknya lampu dan penempatannya yang dibuat sedemikian rupa pada setiap jalur persimpangan lalu lintas bertujuan untuk memudahkan para pengguna jalan dalam mengikuti dan mematuhi pengaturan lalu lintas. Lampu tiga warna ini diperuntukan untuk mengatur kendaraan.

b. Lampu dua warna

lampu dua warna dipasang di samping lampu tiga warna bertujuan untuk mengatur waktu bagi pejalan kaki untuk menyebrang. Sehingga tidak sampai menimbulkan kecelakaan lalu lintas.

c. Lampu satu warna

Pada beberapa tempat yang dianggap perlu, dapat dipasangi lampu warna kuning yang terus-menerus berkedip, dengan tujuan member isyarat kepada para pengguna jalan untuk tetap waspada.

Lampu isyarat sebagian melekat pada kendaraan, sebagian lagi menjadi perlengkapan jalan (lampu kedip). Lampu isyarat yang melekat pada

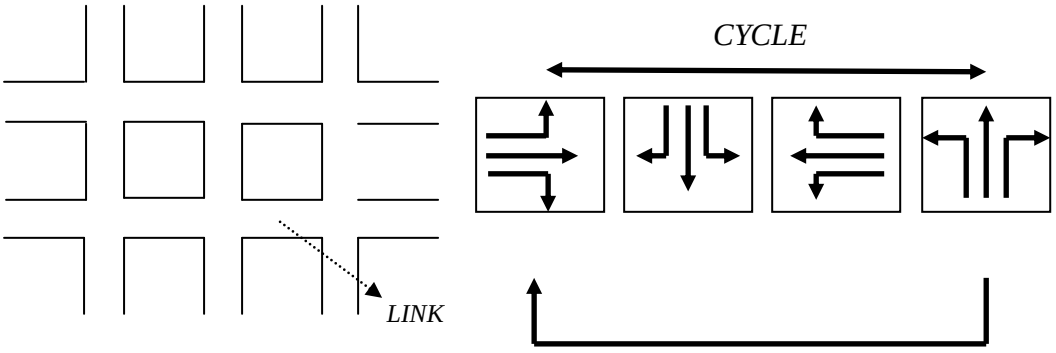
kendaraan misalnya: lampu rem, lampu isyarat belok, lampu dim. Lampu isyarat ini menjadi persyaratan teknis minimal pada setiap kendaraan yang dinyatakan layak jalan. Isyarat yang menjadi perlengkapan jalan, misalnya: lampu kedip berwarna kuning atau merah, cahaya berwarna kuning atau merah yang bersumber dari lempeng pantul.

2.2.5. Pengendalian Lalu Lintas

Pengendalian lalu lintas meliputi pemberian arahan dan petunjuk serta bimbingan dan penyuluhan kepada masyarakat mengenai hak dan kewajiban masyarakat dalam pelaksanaan kebijakan lalu lintas. Prasarana beberapa jalur jalan dibatasi oleh ketentuan lebar jalur jalan, kelas jalan, perlengkapan jalan (marka), serta banyaknya lajur.

Guna mengatur dan mengendalikan kelancaran arus lalu lintas, berbagai upaya dilakukan dalam rangka mengelola sirkulasi kendaraan. Cara umum yang dilakukan adalah menetapkan kebijakan seperti: lajur khusus, larangan belok kanan, sistem arus satu arah, atau sistem arus pasang.

Pada pengontrolan lampu lalu-lintas enam persimpangan, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu jarak antara persimpangan (*link*), tahapan (*phase*) yang menggambarkan jenis aliran lalu-lintas pada persimpangan, dan waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi semua tahapan (*cycle*). Jarak antara persimpangan menentukan jumlah kendaraan, pada **Gambar 2.8** U, T, S, dan B menunjukan arah Utara, Timur, Selatan dan Barat dan grafik representasi yang menunjukan jarak antar persimpangan. Pada pengontrolan lampu lalu lintas ini, *cycle* dan *phase* merupakan *input* atau masukan dari sistem untuk mengontrol lampu lalu-lintas.



Gambar 2.8 Grafik representasi, *cycle* dan *phase*

Ada dua cara pengontrolan lampu lalu lintas, yaitu *Preset Cycle Time* (PCT) dan *Vehicle Actuated* (VA).

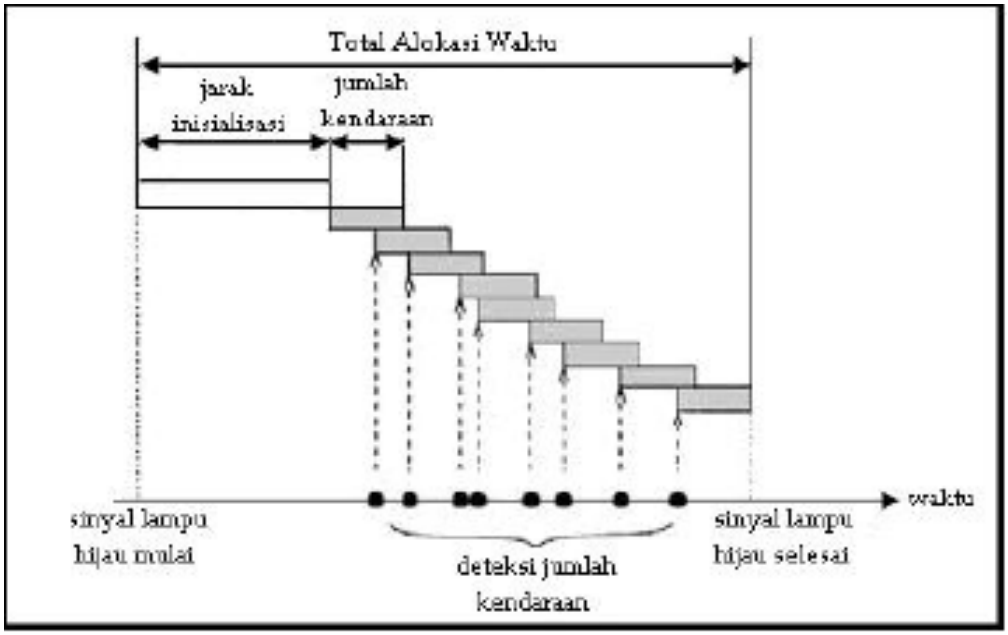
A. Preset Cycle Time (PCT) Controller

Preset Cycle Time (PCT) Controller merupakan pengontrolan untuk menentukan waktu lampu hijau, kuning dan merah untuk setiap tahapan (*phase*), dan durasi dari setiap tahapan pada satu putaran di atur secara bertahap pada setiap programnya. Metode ini tidak berubah menurut kondisi arus lalu-lintas. Kerugian dari metoda ini yaitu jika dipakai pada simpang tiga, lampu hijau tidak akan berkelanjutan dan tahap berikutnya dilanjutkan tanpa mempertimbangkan kepadatan kendaraan dari simpangan manapun.

B. Vehicle Actuated (VA) Controller

Vehicle Actuated (VA) Controller terdiri dari detektor yang dapat mengaktifkan suatu perubahan lamanya waktu setiap tahapan. Pada metoda ini, setiap persimpangan jalan memiliki detektor atau sensor kendaraan yang mendeteksi jumlah kendaraan pada setiap persimpangan. Metoda ini memiliki tiga parameter, yaitu *Initial Interval, Extension Unit,* dan *Extension limit*. Pada saat lampu hijau pertama kali menyala, maka

waktu yang digunakan yaitu *Initial Interval*. Setelah itu, sinyal lampu hijau akan diteruskan oleh *Extension Unit*. Jika pada saat *Extension Unit* kendaraan masih terdeteksi, maka lampu hijau akan diperpanjang waktunya oleh *Extension Unit* yang lain. Bagaimanapun lampu hijau tidak akan diperpanjang lagi ketika mencapai *Extension Limit*. **Gambar 2.9** menunjukan contoh dari alokasi waktu tingkatan tertentu pada tipe VA pengontrolan lampu lalu-lintas.



Gambar 2.9 Diagram yang menunjukan contoh alokasi waktu dari Pengontrolan tipe VA