APLIKASI LOGIKA PROPOSISI PADA PERANCANGAN RANGKAIAN TRAFFIC LIGHT

Skripsi

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Matematika

Oleh:
Yusi
NIM. 011414038

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SANATA DHARMA
YOGYAKARTA
2006

SKRIPSI

APLIKASI LOGIKA PROPOSISI PADA PERANCANGAN RANGKAIAN TRAFFIC LIGHT

Oleh:
Yusi
NIM. 011414038

Telah disetujui oleh:

Pembimbing,

Dr. Y. Marpaung

Tanggal : 1 Agustus 2006

SKRIPSI

APLIKASI LOGIKA PROPOSISI PADA PERANCANGAN RANGKAIAN TRAFFIC LIGHT

Dipersiapkan dan ditulis oleh:

Yusi
NIM. 011414038

Telah dipertahankan di depan Panitia Penguji
pada tanggal : 16 Agustus 2006
dan dinyatakan memenuhi syarat

Susunan panitia penguji

	Nama Lengkap	Tanda Tangan
Ketua	Drs. Severinus Domi, M.Si.	....
Sekretaris	M. Andy Rudhito, S.Pd., M.Si.	....
Anggota	Dr. Y. Marpaung	....
Anggota	Drs. Th. Sugiarto, MT.	....
Anggota	Hongki Julie, S.Pd., M.Si.	....

Yogyakarta, 16 Agustus 2006

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Dekan,

Drs. T. Sarkim, M.Ed., Ph.D.

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis ini tidak memuat karya atau bagian karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan dalam kutipan dan daftar pustaka, sebagaimana layaknya karya ilmiah. Dalam pembuatan alat peraga yang berkaitan dengan skripsi ini saya dibantu oleh orang lain yaitu mahasiswa Universitas Sanata Dharma program studi teknik elektro.

Yogyakarta, 16 Agustus 2006

Penulis

Yusi

HALAMAN MOTTO

"Hidup ini begitu singkat,
tetapi akan menjadi
sangat bermakna jika kita penuhi hidup
kita dengan
Cinta Kasih"

"Jadilah
Garam dan Terang
bagi Dunia"

HALAMAN PERSEMBAHAN

Anugerah Tuhan Yang Maha Esa ini kupersembahkan Untuk :

- *Universitas Sanata Dharma*
- *Kedua Orang Tuaku "Sukaryo" dan "Sri Suwarsih"*
- *Adikku yang kusayangi "Widayati dan Santiko"*
- *Seorang yang kucintai "Yoga"*
- *Temen-temenku anak Pendidikan Matematika 2001*

ABSTRAK

Logika adalah bagian ilmu pengetahuan yang membahas tentang penalaran yang sah. Proposisi adalah suatu ide yang dapat dinyatakan benar atau salah, tetapi tidak keduanya-duanya sekaligus. Pernyataan adalah suatu kalimat yang dapat bernilai benar atau salah, tetapi tidak kedua-duanya sekaligus. Untuk membuat bentuk logika, maka pernyataan harus diubah menjadi variabel pernyataan dengan huruf tertentu, misal p, q, r, s.

Untuk dapat mengetahui secara sistematis nilai-nilai kebenaran yang berasal dari pernyataan sederhana, maka pernyataan-pernyataan tersebut dimasukkan ke dalam tabel kebenaran. Dari sinilah akan dihasilkan suatu fungsi logis. Fungsi logis yang dihasilkan kemudian diekspresikan ke bentuk Normal Disjungtif. Dalam perancangan logika untuk memudahkan perancangan, terlebih dahulu fungsi logis disederhanakan supaya sirkuit tidak terlalu rumit. Dua metode penyederhanaan yang biasa digunakan adalah peta Karnaugh atau Quine-McClusky.

Dalam skripsi ini penulis akan mengaplikasikan logika proposisi pada perancangan rangkaian traffic light. Metode penyederhanaan yang digunakan penulis adalah peta Karnaugh. Setelah itu fungsi logis diimplementasikan ke dalam rangkaian logika di mana operasi-operasi logika yang terdapat pada fungsi logis seperti konjungsi, disjungsi, dan negasi diganti dengan menggunakan gerbang logika "dan" AND, gerbang "atau" OR, dan gerbang "tidak" NOT.

ABSTRACT

Logic is a science studying valid reasoning. Proposition is an idea which can be state as right or wrong, but not both at once. Statement is a sentence which can be correct or incorrect, but not both at once. To make logic form, hence statement must be changed into a variable of statement with certain letter, for example p, q, r, s.

To learn the values of truth systematically of a simple statement, to the truth tables. Thus, a logical function will be found come out. Logical function will then be expressed in the normal disjunctive form. In logic design, the logical function should be first simplified to simplefy the circuit. Two commonly-used simplified methods are Karnaugh map or Quine-McClusky map.

In this thesis, the writer will apply logical proposition in design traffic light circuit. The simplified method which using the karnaugh map. After wards, the logical function is implemented to the logic circuit where logical operations such as conjunction, disjunction, and negation are changed by using logic gate AND, logic gate OR, and logic gate NOT.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya kepada Tuhan Yesus Kristus, atas segala kasih, berkat dan karunia-Nya, sehingga skripsi yang berjudul "Aplikasi Logika Proposisi Pada Perancangan Rangkaian Traffic Light" ini dapat diselesaikan oleh penulis tanpa ada halangan apapun yang berarti.

Skripsi ini ditulis untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Pendidikan, Program Studi Pendidikan Matematika, Jurusan Pendidikan Matematika dan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.

Penulis menyadari selama proses penulisan dan penyusunan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik, tanpa bantuan dari berbagai pihak yang telah memberikan sumbangan pikiran, waktu, semangat, dan tenaga. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Y. Marpaung, selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan saran kepada penulis selama proses penulisan dan penyusunan skripsi ini.
2. Bapak M. Andy Rudhito, S. Pd., M. Si., selaku Kaprodi Pendidikan Matematika.
3. Bapak Drs. Th. Sugiarto, MT, dan Bapak Hongki Julie, S.Pd., M.Si, selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan kritik sehingga skripsi ini menjadi lebih baik.

4. Bapak Narjo dan Bapak Sugeng, terimakasih atas kerjasamanya karena selalu memberikan informasi yang berguna bagi penulis.
5. Keluargaku Bapak, Ibu, adikku Ida dan Tiko yang selalu memberi doa, dan semangat. Melalui kalianlah saya selalu tersadar bahwa Yesus sungguh mengasihi saya dan tidak akan pernah meninggalkan saya. Oleh karena itu juga saya menjadi bertambah semangat menyelesaikan skripsi agar kalian bangga.
6. Keluarga besar Trangkil Pati dan Lengkong Juwana yang selalu memberi doa dan semangat untuk mengerjakan skripsi.
7. Keluarga besar Yoga di Klaten, Bapak Semiarto, Ibu Rini dan Mas Sadha yang telah memberikan kasih sayang, doa, juga tempat di hati dan keluarga kalian, sehingga membuat penulis bertambah semangat dalam mengerjakan skripsi ini.
8. Seorang yang kusayangi Yoga, yang selalu memberikan bantuan, semangat, kasih dan perhatian, sehingga dapat terselesaikan tugas akhir ini sesuai dengan waktunya.
9. Teman-teman Pendidikan Matematika, Yuni, Erni, Ica, Nana, Nina, Lamdos, Mbak Purba, Mbak Rina, Mbak Yuli, Mbak Hana, Mbak Rina Klaten, Siti, Mbak Kristin yang selalu memberi semangat untuk mengerjakan skripsi.
10. Pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu per satu yang telah memberikan informasi untuk memberikan referensi bagi skripsi ini.

"Tak Ada Gading Yang Tak Retak"

Penulis menyadari bahwa banyak sekali kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh sebab itu, penulis menerima dengan tangan terbuka segala kritik, dan saran yang membangun atas skripsi ini yang nantinya akan menjadi inspirasi tersendiri bagi pihak-pihak yang membutuhkan. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi setiap pembaca.

Yogyakarta, 16 Agustus 2006

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR GAMBAR

Halaman

DAFTAR TABEL

Halaman

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah.

Dari tahun ke tahun jumlah kendaraan di kota besar maupun di kota kecil semakin meningkat, hal ini menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya kemacetan lalu lintas. Untuk menanggulangi kemacetan ini dibutuhkan suatu sistem transportasi yang bertujuan mengatur ketidakteraturan lalu lalang kendaraan. Perancangan transportasi ini diperlukan baik untuk mengatur mobilitas kendaraan untuk jarak yang pendek maupun jarak yang jauh

Traffic light adalah salah satu sistem untuk mengatur transportasi kendaraan. traffic light ditempatkan pada persimpangan jalan, agar terjadi keseimbangan mobilitas kendaraan yang menuju ke arah tertentu, sehingga tidak terjadi kemacetan di sebuah titik karena terhalang oleh kendaraan lain yang datang dari atau pergi ke arah yang berbeda.

Banyak sekali kita jumpai persimpangan jalan yang dilengkapi dengan traffic light. Kita melihat traffic light sebagai alat yang memiliki tiga nyala lampu yang berbeda (hijau, kuning dan merah) dan nyala tersebut terjadi bergantian. Kita jarang atau tidak berpikir bagaimana cara merancang sistem Traffic light tersebut.

Cara untuk membuat sistem traffic light yaitu dengan menggunakan perangkat elektronis. Dalam skripsi ini penulis akan merancang pembuatan suatu sistem traffic light dengan menggabungkan logika proposisi untuk menghasilkan sebuah sistem traffic light.

Selain menggunakan logika proposisi, perancangan rangkaian traffic light juga menggunakan gerbang logika. Gerbang logika merupakan suatu piranti yang akan membandingkan logika masukan lebih dari satu, sehingga keluaran gerbang logika itu akan memutuskan kondisi satu (Hidup) atau nol (Mati). Dalam merancang sistem traffic light ini akan digunakan gerbang-gerbang logika dasar seperti gerbang AND, gerbang OR, dan gerbang NOT. Salah satu cara perancangan ialah dengan menggunakan peta Karnaugh.

B. Rumusan Masalah.

Pokok permasalahan yang akan dibahas dalam skripsi ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara memperoleh fungsi logis dengan menggunakan teknik penyederhanaan Peta Karnaugh?
2. Bagaimana aplikasi logika proposisi pada perancangan rangkaian traffic light tiga jalur?

C. Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Memaparkan cara untuk memperoleh fungsi logis dengan menggunakan teknik penyederhanaan Peta Karnaugh.

2. Menerapkan logika proposisi pada perancangan rangkaian traffic light tiga jalur.

D. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam skripsi ini hanya sebatas konsep-konsep dasar logika proposisi, gerbang logika, bagaimana teknik penyederhanaan Peta-Karnaugh untuk memperoleh fungsi logisnya dan bagaimana aplikasinya dalam perancangan rangkaian traffic light tiga jalur. Banyak variabel yang digunakan dalam masalah ini hanya empat saja yaitu variabel *p, q, r, s*.

E. Sistematika Penulisan

BAB I. Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan, materi prasyarat.

BAB II. Logika Proposisi.

Bab ini menjelaskan tentang logika proposisi, pernyataan tunggal maupun pernyataan majemuk, perangkai logis, tautologi, dan gerbang logika.

BAB III. Teknik Penyederhanaan.

Bab ini menjelaskan tentang metodologi perancangan traffic light tiga jalur.

BAB IV. Perancangan Logika Proposisi Pada Rangkaian Traffic light.

Bab ini menjelaskan tentang hasil dan pembahasan uji coba rancangan rangkaian traffic light tiga jalur.

BAB V. Penutup.

Bab ini berisi kesimpulan dan saran.

F. Materi Prasyarat.

Materi prasyarat dalam skripsi ini adalah teori himpunan dan logika.

BAB II

DASAR TEORI

A. Logika Proposisi

Logika adalah bagian ilmu pengetahuan yang membahas tentang penalaran yang sah. Proposisi adalah suatu ide yang dapat dinyatakan benar atau salah, tetapi tidak kedua-duanya sekaligus. Pernyataan adalah suatu kalimat yang dapat bernilai benar atau salah, tetapi tidak kedua-duanya sekaligus. Logika proposisi adalah ilmu yang membahas tentang penalaran sah suatu pernyataan yang dapat bernilai benar atau salah tetapi tidak kedua-duanya sekaligus. Suatu simbol yang merupakan nama anggota sembarang dari suatu semesta pembicaraan disebut variabel , misalnya p, q, r dan sebagainya. Contoh, bila p suatu variabel pernyataan dan "Ayam berkembang biak dengan cara bertelur" suatu pernyataan, maka yang dimaksud dengan p adalah "Ayam berkembang biak dengan cara bertelur". Pernyataan yang telah diketahui dapat dikombinasikan dengan perangkai logis sehingga menghasilkan pernyataan majemuk. Perangkai logis adalah kata yang digunakan untuk merangkai beberapa pernyataan tunggal menjadi pernyataan majemuk.

Definisi 2.1

Pernyataan tunggal adalah pernyataan yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi pernyataan lain.

Pernyataan majemuk adalah pernyataan yang terdiri dari beberapa pernyataan tunggal yang dihubungkan dengan perangkai logis.

Untuk mengetahui nilai kebenaran suatu pernyataan majemuk dengan memperhatikan nilai kebenaran dari pernyataan penyusunnya, yaitu dengan cara menggunakan tabel kebenaran. Tabel kebenaran dapat memberikan nilai kebenaran pernyataan majemuk berdasarkan semua kemungkinan yang ada dari beberapa pernyataan tunggal.

Langkah pertama membuat tabel kebenaran yaitu harus mengetahui berapa banyak pernyataan berlainan yang termuat dalam tabel itu, agar tidak ada kemungkinan komposisi nilai kebenaran yang mungkin tidak ditulis. Secara umum, rumus untuk menentukan kemungkinan nilai kebenaran adalah 2^n, dimana n adalah banyaknya pernyataan yang menyusunnya. Misal, membuat tabel kebenaran dari 3 buah pernyataan tunggal yang berlainan, karena 2^3 yaitu 8, maka terdapat delapan baris komposisi pada tabel.

Langkah kedua mengisi kolom pertama dengan huruf B sebanyak 2^{n-1} buah berturut-turut mulai dari baris pertama. Kemudian dilanjutkan dengan penulisan huruf S di bawahnya, secara berturut-turut sebanyak 2^{n-1} buah juga. Langkah berikutnya adalah mengisi kolom kedua dengan menuliskan huruf B sebanyak 2^{n-2} buah, lalu dilanjutkan dengan penulisan huruf S sebanyak 2^{n-2} buah juga. Demikian cara pengisian selanjutnya sampai kolom terakhir.

Definisi 2.2

Tabel kebenaran adalah suatu tabel yang menunjukkan secara sistematis satu demi satu nilai-nilai kebenaran sebagai hasil kombinasi dari pernyataan-pernyataan penyusunnya.

B. Perangkai Logis

Perangkai logis adalah suatu kata yang digunakan untuk merangkai suatu pernyataan menjadi pernyataan baru. Pernyataan baru tersebut merupakan pernyataan majemuk, karena terdiri dari beberapa pernyataan.

Misal akan digabungkan 2 buah pernyataan:

p: Diagonal bujur sangkar berpotongan tegaklurus.

q: Diagonal bujur sangkar sama panjangnya.

Jika kedua pernyataan di atas dirangkai menggunakan kata perangkai logis "dan" maka akan membentuk pernyataan majemuk "p dan q", yaitu "Diagonal bujur sangkar berpotongan tegak lurus dan sama panjang". Nilai kebenaran dari pernyataan majemuk tersebut tergantung pada nilai kebenaran dari pernyataan yang dirangkaikan dan pada jenis perangkai logis yang digunakan. Pada pernyataan majemuk di atas bernilai benar.

1. Negasi

Definisi 2.3

Negasi dari pernyataan adalah pernyataan lain yang diperoleh dengan menyisipkan kata perangkai logis "tidak" atau menambahkan "tidak benar bahwa" di awal pernyataan semula.

Negasi pernyataan p dilambangkan dengan $\overline{p}$.

Definisi tabel kebenaran negasi:

Pernyataan $\overline{p}$ disebut bernilai benar bila pernyataan p semula bernilai salah atau pernyataan $\overline{p}$ disebut bernilai salah bila pernyataan p semula bernilai benar.

Tabel 2.1 : Tabel kebenaran negasi.

p	$\overline{p}$
1	0
0	1

Contoh:1. p: Pantai Parang Tritis berada di wilayah Semarang.

$\overline{p}$:Tidak benar bahwa Pantai Parang Tritis berada di wilayah Semarang.

2. p: Satu minggu terdiri dari tujuh hari.

$\overline{p}$: Tidak benar bahwa Satu minggu terdiri dari tujuh hari.

2. Konjungsi

Definisi 2.4

Konjungsi merupakan pernyataan majemuk yang diperoleh dari dua pernyataan lain dengan menggunakan kata perangkai logis "dan".

Kata perangkai logis "dan" dinyatakan dengan lambang "$\wedge$". Pernyataan "p dan q" dinyatakan dengan notasi $p \wedge q$.

Definisi tabel kebenaran konjungsi:

Pernyataan $p \wedge q$ disebut bernilai benar bila kedua pernyataan p dan q bernilai benar.

Tabel 2.2 : Tabel kebenaran konjungsi.

p	q	$p \wedge q$
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

Contoh: 1. p: 3 adalah bilangan ganjil.

q: 2 adalah bilangan genap.

$p \wedge q$: 3 adalah bilangan ganjil dan 2 adalah bilangan genap.

2. p: Ani mempunyai pita rambut berwarna merah.

q: Ani mempunyai pita rambut berwarna kuning.

$p \wedge q$: Ani mempunyai pita rambut berwarna merah dan kuning

3. Disjungsi

Definisi 2.5

Disjungsi merupakan pernyataan majemuk yang diperoleh dari dua pernyataan lain dengan menggunakan kata perangkai logis "atau".

Ada dua bentuk disjungsi dalam logika, yaitu disjungsi inklusif yang dinyatakan dengan lambang "$\vee$", dan disjungsi ekslusif yang dinyatakan dengan lambang “$\overline{\vee}$ atau $\underline{\vee}$”. Dalam matematika yang lebih sering digunakan adalah disjungsi inklusif dengan lambang “$\vee$”. Pernyataan “p atau q” dinyatakan dengan notasi $p \vee q$. Perbedaan mengenai disjungsi inklusif dan disjungsi eksklusif dijelaskan di bawah ini

Definisi tabel kebenaran disjungsi inklusif:

Disjungsi dikatakan sebagai disjungsi inklusif bila pernyataan $p \vee q$ mempunyai nilai salah jika kedua komponennya bernilai salah.

Tabel 2.3 : Tabel kebenaran disjungsi inklusif.

p	q	$p \vee q$
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

Contoh: 1. p: Bebek termasuk hewan berkaki dua.

q: Bebek termasuk hewan unggas.

$p \vee q$: Bebek termasuk hewan berkaki dua atau hewan unggas.

Keterangan : Sesuai tabel kebenaran pernyataan $p \vee q$ di atas bernilai benar, karena pernyataan p bernilai benar dan pernyataan q bernilai benar.

2. p: 7 merupakan bilangan genap.

q: 8 merupakan bilangan prima.

$p \vee q$: 7 merupakan bilangan genap atau 8 merupakan bilangan prima.

Keterangan : Sesuai tabel kebenaran pernyataan $p \vee q$ di atas bernilai salah, karena pernyataan p bernilai salah dan pernyataan q bernilai salah.

Definisi tabel kebenaran disjungsi ekslusif:

Disjungsi dikatakan disjungsi eksklusif bila pernyataan $p \veebar q$ mempunyai nilai salah jika kedua komponennya bernilai benar atau bernilai salah.

Tabel 2.4 : Tabel Kebenaran disjungsi ekslusif

p	q	$p \veebar q$
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	0

Contoh:1. p: Kambing adalah hewan berkaki empat.

q: Kambing adalah hewan ternak.

$p \veebar q$: Kambing adalah hewan berkaki empat atau hewan ternak.

Keterangan : Sesuai tabel kebenaran pernyataan $p \veebar q$ di atas bernilai salah, karena pernyataan p bernilai benar dan pernyataan q bernilai benar.

2. p: SupraFit kendaraan beroda dua merupakan produk Honda.

q: SupraFit kendaraan beroda dua merupakan produk Yamaha.

$p \veebar q$: SupraFit kendaraan beroda dua merupakan produk Honda atau Yamaha.

Keterangan : Sesuai tabel kebenaran pernyataan $p \veebar q$ di atas bernilai benar, karena pernyataan p bernilai benar dan pernyataan q bernilai salah.

4. Implikasi

Definisi 2.6

Implikasi merupakan pernyataan majemuk yang diperoleh dari dua pernyataan lain dengan menggunakan kata perangkai "bila…maka…".

Kata perangkai logis "bila…maka…" dinyatakan dengan lambang "$\rightarrow$", "$\Rightarrow$", dan "$\supset$". Dalam skripsi ini penulis menggunakan lambang "$\rightarrow$". Pernyataan "bila p maka q" dinyatakan dengan notasi "$p \rightarrow q$". Pada pernyataan tersebut p dinamakan *anteseden,* sedangkan q dinamakan *konsekuen.*

Definisi tabel kebenaran implikasi:

Pernyataan $p \rightarrow q$ akan bernilai salah bila *antesedennya* benar atau *konsekuennya* salah.

Tabel 2.5 : Tabel kebenaran implikasi.

p	q	$p \rightarrow q$
1	1	1
1	0	0
0	1	1
0	0	1

Contoh: 1. p: Bapak Gilbert adalah seorang Pendeta.

q: Bapak Gilbert adalah seorang Kristen.

$p \rightarrow q$: Bila Bapak Gilbert seorang Pendeta maka ia seorang Kristen.

2. p: Cecak bertelur.

q: Cecak binatang ovipar.

$p \rightarrow q$: Bila cecak bertelur maka cecak binatang ovipar.

5. Biimplikasi

Definisi 2.7

Biimplikasi atau bikondisional merupakan pernyataan majemuk yang diperoleh dari dua pernyataan lain dengan menggunakan kata perangkai "bila dan hanya bila"

Kata perangkai "bila dan hanya bila" dinyatakan dengan lambang "$\leftrightarrow$"dan "$\Leftrightarrow$". Dalam skripsi ini penulis menggunakan lambang "$\leftrightarrow$". Pernyataan "p bila dan hanya bila q" dinyatakan dengan notasi "$p \leftrightarrow q$". Dalam operasi biimplikasi pernyataan bikondisional "$p \leftrightarrow q$" mengandung arti "bila p maka q dan bila q maka p".

Definisi tabel kebenaran biimplikasi:

Pernyataan $p \leftrightarrow q$ akan bernilai benar jika p dan q memiliki nilai kebenaran yang sama dan bernilai salah untuk yang lainnya.

Tabel 2.6 : Tabel kebenaran biimplikasi.

p	q	$p \leftrightarrow q$
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	1

Contoh:1. p: Dua kurang dari tiga.

q: Lima bilangan prima.

p$\leftrightarrow$q: Dua kurang dari tiga bila dan hanya bila lima bilangan prima.

2. p: Anjing berkaki lima.

q: Ayam berkaki dua.

p$\leftrightarrow$q: Anjing berkaki lima bila dan hanya bila ayam berkaki dua.

Dalam logika proposisi ada beberapa teorema yang berlaku. Untuk membuktikan nilai kebenaran dari suatu teorema dapat digunakan tabel kebenaran. Pada penulisan teorema biasanya digunakan lambang "$\equiv$" untuk menyatakan ekuivalen. Pernyataan p ekuivalen q dinyatakan dengan notasi $p \equiv q$.

Definisi 2.8

Suatu pernyataan p dikatakan ekuivalen dengan pernyataan q bila tabel nilai kebenaran p tepat sama dengan tabel nilai kebenaran q.

Teorema 1

a. $(p \wedge q) \equiv (q \wedge p)$

Teorema di atas dapat dibuktikan dengan menggunakan tabel kebenaran sebagai berikut:

Tabel 2.7 : Tabel nilai kebenaran $(p \wedge q) \equiv (q \wedge p)$

p	q	$(p \wedge q)$	$(q \wedge p)$
1	1	1	1
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	0	0

Perhatikan kolom di atas yang diarsir. Pernyataan $(p \wedge q)$ dan pernyataan $(q \wedge p)$ memiliki tabel nilai kebenaran yang sama, oleh karena itu kedua pernyataan tersebut adalah ekuivalen.

b. $(p \vee q) \equiv (q \vee p)$

Teorema di atas dapat dibuktikan dengan menggunakan tabel kebenaran sebagai berikut:

Tabel 2.8 : Tabel nilai kebenaran $(p \vee q) \equiv (q \vee p)$

p	q	$(p \vee q)$	$(q \vee p)$
1	1	1	1
1	0	1	1
0	1	1	1
0	0	0	0

Perhatikan kolom di atas yang diarsir. Pernyataan $(p \vee q)$ dan pernyataan $(q \vee p)$ memiliki tabel nilai kebenaran yang sama, oleh karena itu kedua pernyataan tersebut adalah ekuivalen.

Teorema $\mathbf{(p \wedge q) \equiv (q \wedge p)}$ dan $\mathbf{(p \vee q) \equiv (q \vee p)}$ di atas menunjukkan sifat komutatif.

Teorema 2

a. $\overline{(p \vee q)} \equiv \overline{(p)} \wedge \overline{(q)}$

Teorema di atas dapat dibuktikan dengan menggunakan tabel kebenaran sebagai berikut:

Tabel 2.9 : Tabel nilai kebenaran $\overline{(p \vee q)} \equiv \overline{(p)} \wedge \overline{(q)}$

p	q	$\overline{p}$	$\overline{q}$	$(p \vee q)$	$\overline{(p \vee q)}$	$\overline{(p)} \wedge \overline{(q)}$
1	1	0	0	1	0	0
1	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0
0	1	1	0	1	0	0
0	1	1	0	1	0	0
0	0	1	1	0	1	1
0	0	1	1	0	1	1

Perhatikan kolom di atas yang diarsir. Pernyataan $\overline{(p \vee q)}$ dan pernyataan $\overline{(p)} \wedge \overline{(q)}$ memiliki tabel nilai kebenaran yang sama, oleh karena itu kedua pernyataan tersebut adalah ekuivalen.

b. $\overline{(p \wedge q)} \equiv (\overline{p}) \vee (\overline{q})$

Teorema di atas dapat dibuktikan dengan menggunakan tabel kebenaran sebagai berikut:

Tabel 2.10 : Tabel nilai kebenaran $\overline{(p \wedge q)} \equiv (\overline{p}) \vee (\overline{q})$

p	q	$\overline{p}$	$\overline{q}$	$(p \wedge q)$	$\overline{(p \wedge q)}$	$(\overline{p}) \vee (\overline{q})$
1	1	0	0	1	0	0
1	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	1	1
1	0	0	1	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1
0	0	1	1	0	1	1
0	0	1	1	0	1	1

Perhatikan kolom di atas yang diarsir. Pernyataan $\overline{(p \wedge q)}$ dan pernyataan $\overline{(p)} \vee \overline{(q)}$ memiliki tabel nilai kebenaran yang sama, oleh karena itu kedua pernyataan tersebut adalah ekuivalen.

Teorema $\overline{(p \vee q)} \equiv (\overline{p}) \wedge (\overline{q})$ dan $\overline{(p \wedge q)} \equiv (\overline{p}) \vee (\overline{q})$ di atas dinamakan teorema De Morgan.

Teorema 3

a. $(p \wedge q) \wedge r \equiv p \wedge (q \wedge r)$

Teorema di atas dapat dibuktikan dengan menggunakan tabel kebenaran sebagai berikut:

Tabel 2.11 : Tabel nilai kebenaran $(p \wedge q) \wedge r \equiv p \wedge (q \wedge r)$

p	q	r	$(p \wedge q)$	$(q \wedge r)$	$(p \wedge q) \wedge r$	$p \wedge (q \wedge r)$
1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	1	0	0
0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Perhatikan kolom di atas yang diarsir. Pernyataan $(p \wedge q) \wedge r$ dan pernyataan $p \wedge (q \wedge r)$ memiliki tabel nilai kebenaran yang sama, oleh karena itu kedua pernyataan tersebut adalah ekuivalen.

b. $(p \vee q) \vee r \equiv p \vee (q \vee r)$

Teorema di atas dapat dibuktikan dengan menggunakan tabel kebenaran sebagai berikut:

Tabel 2.12 : tabel nilai kebenaran $(p \vee q) \vee r \equiv p \vee (q \vee r)$

p	q	r	$(p \vee q)$	$(q \vee r)$	$(p \vee q) \vee r$	$p \vee (q \vee r)$
1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	1	1
0	1	1	1	1	1	1
0	1	0	1	1	1	1
0	0	1	0	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0

Perhatikan kolom di atas yang diarsir. Pernyataan $(p \vee q) \vee r$ dan pernyataan $p \vee (q \vee r)$ memiliki tabel nilai kebenaran yang sama, oleh karena itu kedua pernyataan tersebut adalah ekuivalen.

Teorema $(p \wedge q) \wedge r \equiv p \wedge (q \wedge r)$ dan $(p \vee q) \vee r \equiv p \vee (q \vee r)$ di atas menunjukkan sifat asosiatif.

Teorema 4

a. $p \vee (q \wedge r) \equiv (p \vee q) \wedge (p \vee r)$

Teorema di atas dapat dibuktikan dengan menggunakan tabel kebenaran sebagai berikut:

Tabel 2.13 : Tabel nilai kebenaran $p \vee (q \wedge r) \equiv (p \vee q) \wedge (p \vee r)$

p	q	r	$(q \wedge r)$	$(p \vee q)$	$(p \vee r)$	$p \vee (q \wedge r)$	$(p \vee q) \wedge (p \vee r)$
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	1	1	1	1
1	0	1	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Perhatikan kolom di atas yang diarsir. Pernyataan $p \vee (q \wedge r)$ dan pernyataan $(p \vee q) \wedge (p \vee r)$ memiliki tabel nilai kebenaran yang sama, oleh karena itu kedua pernyataan tersebut adalah ekuivalen.

b. $p \wedge (q \vee r) \equiv (p \wedge q) \vee (p \wedge r)$

Teorema di atas dapat dibuktikan dengan menggunakan tabel kebenaran sebagai berikut:

Tabel 2.14 : Tabel nilai kebenaran $p \wedge (q \vee r) \equiv (p \wedge q) \vee (p \wedge r)$

p	q	r	$(q \vee r)$	$(p \wedge q)$	$(p \wedge r)$	$p \wedge (q \vee r)$	$(p \wedge q) \vee (p \wedge r)$
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0

0	1	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Perhatikan kolom di atas yang diarsir. Pernyataan $p \wedge (q \vee r)$ dan pernyataan $(p \wedge q) \vee (p \wedge r)$ memiliki tabel nilai kebenaran yang sama, oleh karena itu kedua pernyataan tersebut adalah ekuivalen.

Teorema $\mathbf{p \vee (q \wedge r) \equiv (p \vee q) \wedge (p \vee r)}$ dan $\mathbf{p \wedge (q \vee r) \equiv (p \wedge q) \vee (p \wedge r)}$ di atas menunjukkan sifat distributif.

Teorema 5

a. $(p \vee \overline{p}) \equiv 1$

Teorema di atas dapat dibuktikan dengan menggunakan tabel kebenaran sebagai berikut:

Tabel 2.15 : Tabel nilai kebenaran $(p \vee \overline{p}) \equiv 1$

P	$\overline{p}$	$p \vee \overline{p}$
1	0	1
0	1	1

Perhatikan kolom di atas yang diarsir. Pernyataan $p \vee \overline{p}$ memiliki tabel nilai kebenaran semua benar (1), oleh karena itu pernyataan tersebut adalah tautologi.

b. $(p \wedge \overline{p}) \equiv 0$

Teorema di atas dapat dibuktikan dengan menggunakan tabel kebenaran sebagai berikut:

Tabel 2.16 : Tabel nilai kebenaran $(p \wedge \overline{p}) \equiv 0$

p	$\overline{p}$	$p \wedge \overline{p}$
1	0	0
0	1	0

Perhatikan kolom di atas yang diarsir. Pernyataan $p \wedge \overline{p}$ memiliki nilai kebenaran semua salah (0), oleh karena itu pernyataan tersebut adalah kontradiksi.

Teorema $(p \vee \overline{p}) \equiv 1$ dan $(p \wedge \overline{p}) \equiv 0$ di atas berlaku sifat komplemen.

6. Tautologi

Tautologi merupakan suatu pernyataan majemuk yang selalu bernilai benar untuk semua kemungkinan nilai kebenaran dari komponennya. Sedangkan suatu pernyataan majemuk yang selalu bernilai salah untuk semua kemungkinan nilai kebenaran dari komponennya disebut *kontradiksi*. Suatu pernyataan majemuk yang dapat bernilai benar atau salah berdasarkan pada nilai kebenaran dari komponen penyusunnya disebut *kontingensi*.

Contoh: 1. $(p \vee \overline{p})$ adalah tautologi.

2. $(p \wedge \overline{p})$ adalah kontradiksi.

3. $(p \rightarrow q) \wedge (p \vee q)$ adalah kontingensi.

C. GERBANG LOGIKA

Gerbang logika merupakan suatu piranti yang akan membandingkan logika masukan lebih dari satu, sedemikian sehingga keluaran dari *gerbang logika* akan memutuskan kondisi tegangan tinggi (1) menyatakan *hidup* atau kondisi tegangan rendah (0) menyatakan *mati*. Dalam perancangan sistem *Traffic light* ini *gerbang logika* dasar yang digunakan adalah gerbang dan (AND), gerbang atau (OR), dan rangkaian tidak (NOT).

Dalam aljabar Boole tanda "+" melambangkan kerja suatu gerbang atau (OR). Dengan kata lain gerbang "atau" (OR) sebagai suatu piranti yang menggabungkan A dengan B untuk menghasilkan y, ditulis $y = A + B$. Tanda "." melambangkan kerja suatu gerbang "dan" (AND), dengan kata lain gerbang "dan" (AND) sebagai suatu piranti yang menggabungkan A dengan B untuk memberikan keluaran y, ditulis $y = A.B$. Tanda " $\bar{\ }$ " melambangkan kerja suatu gerbang "tidak" (NOT), dengan kata lain gerbang "tidak" (NOT) sebagai suatu piranti yang menghasilkan nilai kebalikan dari masukan, misal masukannya A akan memberikan keluaran $y = \bar{A}$.

1. Gerbang "dan" (AND)

Gerbang "dan" (AND) merupakan gerbang *semua-atau-tak ada*, gerbang ini mempunyai keluaran 1 hanya bila semua masukannya adalah 1.

Tabel 2.17 : Tabel kebenaran gerbang dan (AND)

A	*B*	*y*
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Lambang gerbang "dan" (AND) adalah:

Gambar 2.1 : Gerbang "dan" (AND)

Keterangan : dua garis yang berada pada

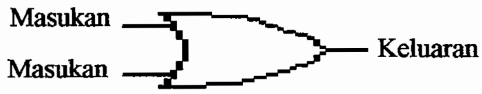
2. Gerbang "atau" (OR)

Gerbang "atau" (OR) merupakan gerbang *salah satu-atau-semua*, gerbang ini mempunyai keluaran 1 bila salah satu atau semua masukannya adalah 1.

Tabel 2.18 : Tabel kebenaran gerbang "atau" (OR).

A	*B*	*y*
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Lambang gerbang "atau" (OR) adalah:



Gambar 2.2 : Gerbang "atau" (OR)

3. Rangkaian "tidak" (NOT)

Rangkaian "tidak" (NOT) merupakan rangkaian pembalik atau mengkomplemenkan sinyal masukkan, rangkaian ini menghasilkan 1 dan 0, dan sebaliknya.

Tabel 2.19 : Tabel kebenaran "tidak" (NOT).

A	*y*
0	1
1	0

Lambang rangkaian "tidak" (NOT) adalah:

Gambar 2.3 : Gerbang "tidak" (NOT)

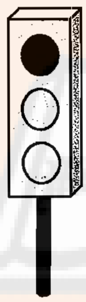
D. Lampu Traffic Light

Traffic light merupakan salah satu rambu lalu lintas yang terletak di persimpangan jalan, bertujuan untuk mengatur arus kendaraan yang menuju ke arah tertentu sehingga tidak terjadi kemacetan di sebuah titik karena terhalang oleh kendaraan lain yang berlainan arah. Traffic light mempunyai tiga warna lampu yaitu lampu berwarna merah, kuning dan hijau. Secara umum pemasangan ketiga lampu tersebut disusun secara vertikal yang teratas adalah lampu berwarna merah tepat di bawahnya lampu berwarna kuning dan yang paling bawah lampu berwarna hijau.

1. **Lampu Traffic Light Merah**

Lampu traffic light merah menandakan berhenti. Artinya semua pengemudi kendaraan yang berada pada jalur tersebut dilarang menjalankan kendaraannya dan harus berhenti pada saat lampu merah itu menyala.

Gambar lampu traffic light merah:

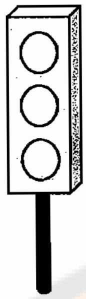


Gambar 2.4 : Traffic light merah

2. **Lampu Traffic Light Kuning**

Lampu traffic light kuning mempunyai arti hati-hati. Artinya semua pengemudi kendaraan yang berada pada jalur tersebut diharapkan untuk berhati-hati dan siap-siap menghentikan kendaraannya pada saat lampu kuning menyala.

Gambar lampu traffic light kuning:

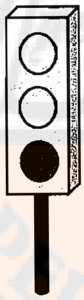


Gambar 2.5 : Traffic light kuning

3. Lampu Traffic Light Hijau

Lampu traffic light hijau mempunyai arti jalan. Artinya semua pengemudi kendaraan yang berada pada jalur tersebut diharuskan menjalankan kendaraannya pada saat lampu hijau itu menyala.

Gambar lampu traffic light hijau:



Gambar 2.6 : Traffic light hijau

Pada pembahasan selanjutnya akan sering dijumpai fungsi logis yang dalam bahasa matematika sering disebut fungsi. Definisi *fungsi* secara umum adalah: Aturan yang memasangkan setiap anggota himpunan daerah asal dengan tepat satu anggota himpunan daerah kawan.

Contoh :

Buatlah diagram fungsi dengan himpunan daerah asal A = {-2,-1,0,1,2} dipasangkan ke himpunan daerah kawan B = {1,2,3,4,5,6,7,8,9,10} dengan fungsi $f(x) = x^2$, di mana x adalah anggota himpunan A.

Jawab : $f(-2) = -2^2 = 4$

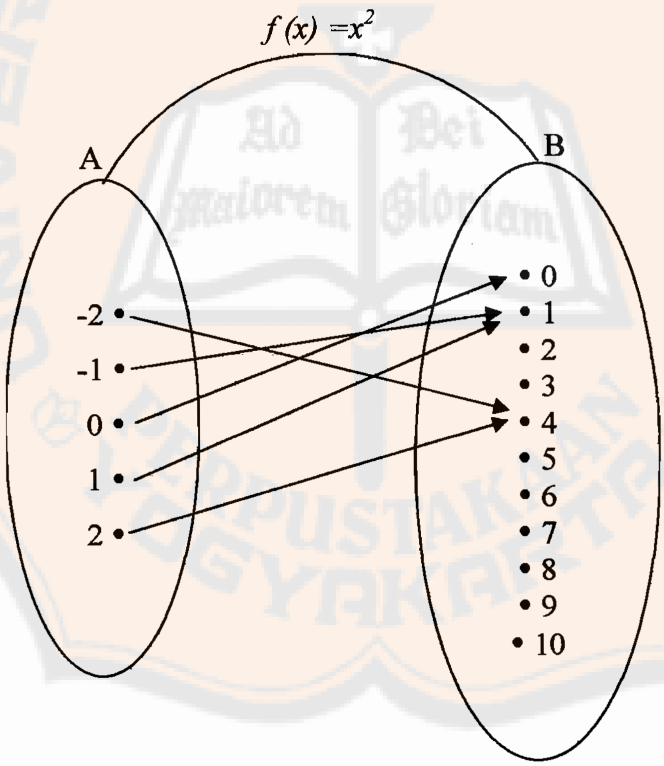
$f(-1) = -1^2 = 1$

$f(0) = 0^2 = 0$

$f(1) = 1^2 = 1$

$f(-2) = -2^2 = 4$

Gambar diagramnya di bawah ini :



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Berdasarkan bidang ilmu yang menaungi masalah tersebut, maka penelitian ini termasuk penelitian pustaka tentang aplikasi logika yang berhubungan dengan ilmu teknik.

Dalam penelitian ini penulis lebih memfokuskan pikiran pada proses pembuatan tabel kebenaran, dan menggunakan peta karnaugh sebagai metode penyederhanaannya untuk menghasilkan fungsi logis kemudian mengimplementasikannya pada rangkaian traffic light tiga jalur. Traffic light tiga jalur adalah Traffic light yang berada pada persimpangan tiga jalur jalan

Langkah-langkah yang dilakukan penulis untuk sampai pada pembuatan rangkaian Traffic Light tiga jalur adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi pustaka yang sesuai.

   Untuk mengetahui cara merancang pembuatan Traffic Light tiga jalur, langkah pertama adalah mempelajari aturan-aturan logika dan teknik penyederhanaan suatu fungsi dengan menggunakan tabel nilai kebenaran.

2. Merancang rangkaian Traffic Light tiga jalur.

   Untuk mendapatkan bentuk rancangan rangkaian Traffic Light yang sederhana dibutuhkan fungsi logis yang sederhana juga. Oleh karena itu perancangan dibuat berdasarkan teori yang ada, sehingga mendapatkan karakteristik rancangan rangkaian yang sesuai dengan keinginan penulis.

3. Pembuatan alat peraga Traffic Light tiga jalur.

   Tujuan pembuatan alat peraga Traffic Light adalah untuk menunjukkan bekerja atau tidaknya rancangan yang telah dibuat dan bertujuan mempermudah pembaca mengetahui hasil kerja rancangan tersebut serta mensimulasi alur transportasi yang terjadi.

4. Melakukan penelitian alat peraga Traffic Light tiga jalur.

   Penelitian dilakukan untuk melihat kevalidan rancangan rangkaian Traffic Light tiga jalur dengan alat peraga Traffic Light tiga jalur tersebut.

B. Obyek Penelitian

Rancangan rangkaian Traffic Light tiga jalur yang dibuat berdasarkan studi pustaka.

C. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Program Orcad

   Salah satu program komputer yang berfungsi untuk mensimulasi rancangan rangkaian sehingga kita dapat mengetahui sesuai atau tidaknya cara kerja rangkaian tersebut dengan keinginan kita.

2. Alat Peraga

   Alat peraga Traffic Light tiga jalur yang telah dibuat, digunakan penulis untuk meneliti sesuai atau tidaknya rancangan rangkaian (dalam bentuk tulisan) dengan rancangan yang sudah diimplementasikan pada rangkaian yang sebenarnya yaitu dalam bentuk alat peraga.

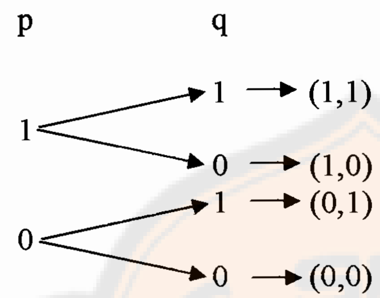
D. Teknik Penyederhanaan

Ada beberapa simbol yang akan digunakan dalam perancangan Traffic Light ini, diantaranya adalah simbol "0" untuk menyatakan tegangan rendah (mati), simbol "1" untuk menyatakan tegangan tinggi (hidup), simbol "." untuk menyatakan konjungsi ($\wedge$), simbol "+" untuk menyatakan disjungsi ($\vee$) dan simbol "$\bar{\ }$" untuk menyatakan negasi. Operasi pengerjaan fungsi logis dan simbol-simbol di atas didasarkan pada aturan-aturan atau hukum-hukum yang berlaku dalam logika proposisi.

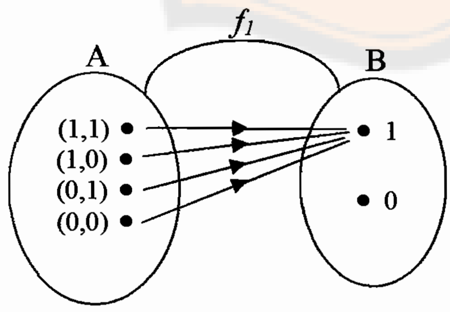
1. Mendisain Mekanisme sesuai Tabel Kebenaran.

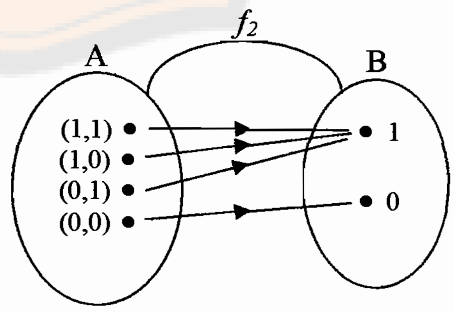
Fungsi pada sistem elektronik dapat dimodelkan menjadi fungsi logis. *Fungsi logis* adalah aturan pemetaan dari himpunan n-tapel nilai-nilai kebenaran yang mungkin dari n pernyataan ke himpunan nilai kebenaran $\{0,1\}$. Banyak n-tapel itu dapat dirumuskan 2^n, dengan n adalah banyak variabel.

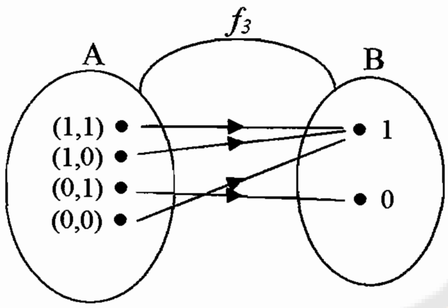
Misalkan kita akan mencari fungsi logis yang memetakan anggota himpunan A yaitu himpunan 2-tapel (pasangan urut) nilai-nilai kebenaran dua variabel p dan q ke setiap anggota himpunan B yaitu himpunan nilai kebenaran $\{0,1\}$. Langkah pertama, kita tentukan dahulu anggota himpunan pasangan terurut (2-tapel) dari nilai-nilai kebenaran variabel p dan q. Banyakanya anggota himpunan itu adalah 2^n=2^2=4 yaitu $\{(1,1),(1,0),(0,1),(0,0)\}$. Untuk lebih jelasnya dalam mencari pasangan terurut nilai-nilai kebenaran p dan q tersebut, dapat di lihat pada gambar di bawah ini:

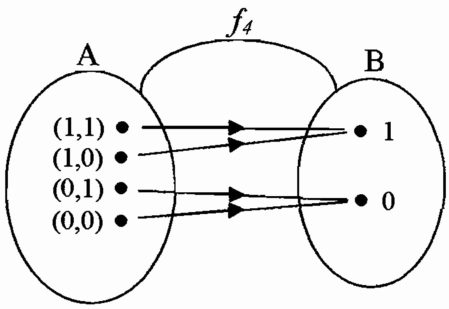


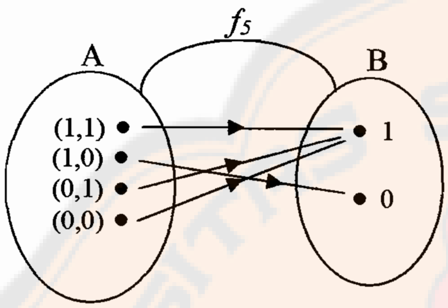
Langkah kedua adalah mencari fungsi logis yang memetakan anggota himpunan A={(1,1),(1,0),(0,1),(0,0)} ke anggota himpunan B={0,1}. Cara mencari fungsi logis dapat dirumuskan dengan menggunakan rumus 2^m, dengan m adalah banyak anggota himpunan A. Sudah diketahui di atas bahwa anggota himpunan A={(1,1),(1,0),(0,1),(0,0)}dengan m(A)=4, maka fungsi logis yang dapat memetakan anggota himpunan A yaitu pasangan terurut (2-tapel) dari nilai-nilai kebenaran dua variabel p dan q ke setiap anggota himpunan B yaitu nilai kebenaran {0,1} adalah sebanyak $2^m = 2^4 = 2^{(2^2)} = 16$ fungsi logis. Keenam belas fungsi logis tersebut dapat dilihat lebih jelas pada gambar di bawah ini:

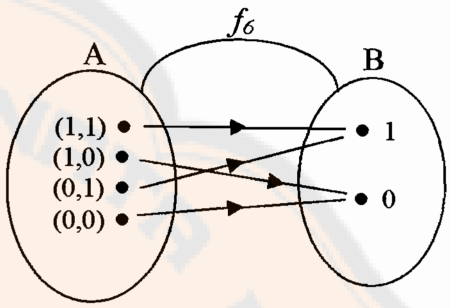


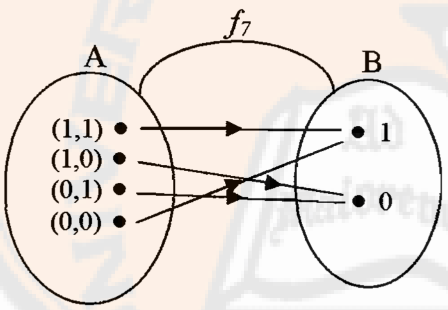


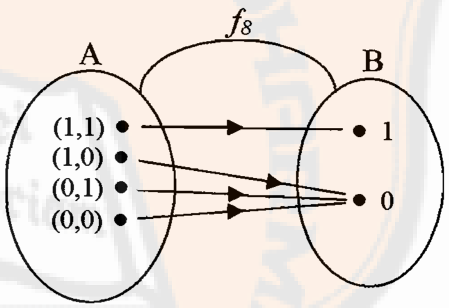

f_3
A
B
(1,1)
(1,0)
(0,1)
(0,0)
1
0

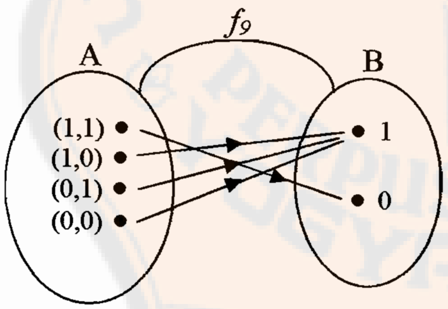

f_4
A
B
(1,1)
(1,0)
(0,1)
(0,0)
1
0

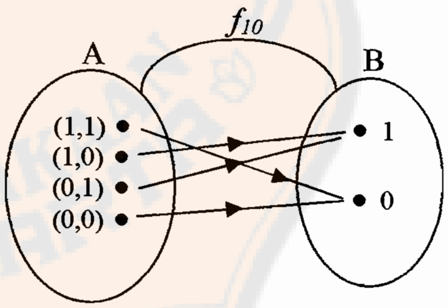

f_5
A
B
(1,1)
(1,0)
(0,1)
(0,0)
1
0

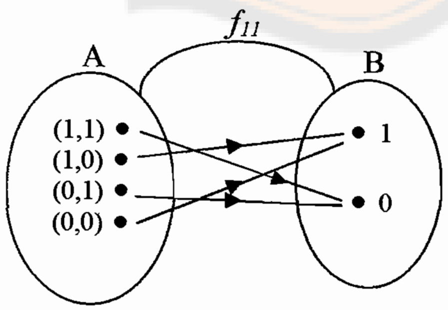

f_6
A
B
(1,1)
(1,0)
(0,1)
(0,0)
1
0

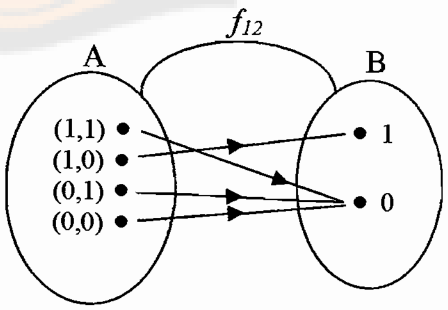

f_7
A
B
(1,1)
(1,0)
(0,1)
(0,0)
1
0

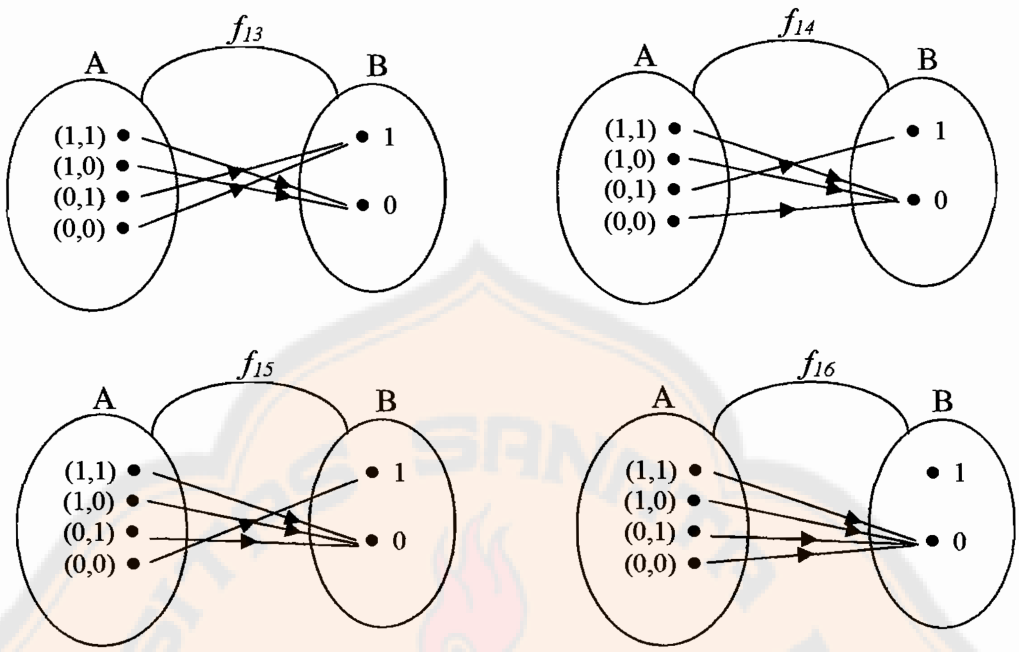

f_8
A
B
(1,1)
(1,0)
(0,1)
(0,0)
1
0


f_9
A
B
(1,1)
(1,0)
(0,1)
(0,0)
1
0


f_{10}
A
B
(1,1)
(1,0)
(0,1)
(0,0)
1
0


f_{11}
A
B
(1,1)
(1,0)
(0,1)
(0,0)
1
0


f_{12}
A
B
(1,1)
(1,0)
(0,1)
(0,0)
1
0



Gambar 3.1 : fungsi pemetaan himpunan A ke himpunan B

Keterangan: f : fungsi logis

A : himpunan pasangan terurut (2-tapel)

= {(1,1),(1,0),(0,1),(0,0)}

B : himpunan nilai kebenaran

= {0,1}

Dalam perancangan sistem digital, tidak semua fungsi logis yang dihasilkan akan digunakan. Fungsi logis yang digunakan hanya yang memasangkan pasangan terurut (n-tapel) ke nilai kebenaran 1 saja, setelah itu untuk mendapatkan fungsi logis yang sederhana supaya dalam perancangan tidak rumit dan bersifat ekonomis, fungsi logis yang memasangkan pasangan terurut (n-tapel) ke nilai kebenaran 1 dimasukkan ke dalam peta Karnaugh.

Setelah mengetahui lebih dalam tentang fungsi logis, di bawah ini akan diberikan contoh cara membuat tabel kebenaran untuk perancangan digital yang sesuai dengan keinginan kita (lihat contoh 1) dan contoh cara menentukan fungsi logis dari tabel kebenaran yang telah kita buat sebelumnya (lihat contoh 2 dan contoh 3).

Contoh 1:

Sebelum menentukan fungsi logis dari suatu tabel kebenaran, kita mengisi dahulu suatu keluaran (y) ke dalam tabel kebenaran. Misal kondisi keluaran yang kita inginkan hidup (1) adalah pada baris 1, 2, 5 dan 7, maka dalam tabel kebenaran pada kolom keluaran (y) baris 1, 2, 5 dan 7, kita isi angka "1". Setelah itu kita baru dapat menentukan fungsi logis dari tabel kebenaran berdasarkan operasi pada logika proposisi. Lihat gambar di bawah ini:

p	*q*	*r*	*Y*
1	1	1	1
1	1	0	1
1	0	1	0
1	0	0	0
0	1	1	1
0	1	0	0
0	0	1	1
0	0	0	0

Definisi 1

Suatu fungsi logis disebut *bentuk normal disjungsi* bila fungsi tersebut merupakan suatu disjungsi dengan disjung-disjungnya berupa konjungsi-konjungsi.

Implementasi dari suatu bentuk normal disjungsi akan melibatkan banyak variabel dan mengakibatkan bentuk fungsi logis yang tidak sederhana. Oleh karena itu, penyederhanaan fungsi logis sangat penting, karena jika fungsi logisnya tidak sederhana maka akan menyulitkan perancangan dan mungkin bisa berakibat tidak baik pada hasil akhir.

Contoh 2:

Menentukan fungsi logis dari tabel kebenaran. Diberikan sebuah tabel kebenaran dengan tiga variabel p,q,r sebagai berikut:

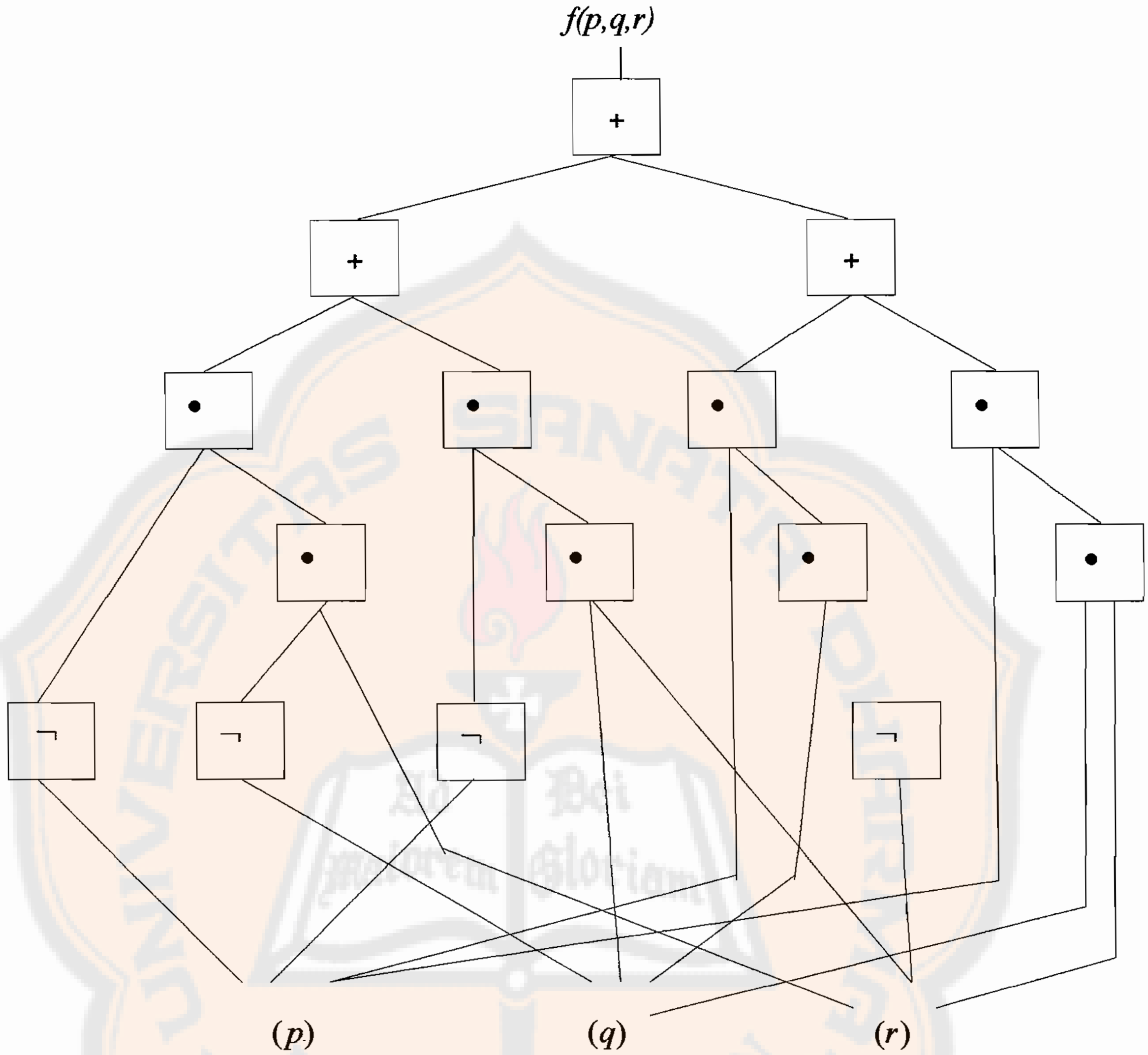
p	q	r	Y
1	1	1	1
1	1	0	1
1	0	1	0
1	0	0	0
0	1	1	1
0	1	0	0
0	0	1	1
0	0	0	0

Langkah pertama menyatakan fungsi logis sebagai bentuk normal disjungsi yaitu sebagai berikut: kita memilih masukan yang mempunyai keluaran 1 dalam tabel kebenaran, kemudian nyatakan masukan-masukan tersebut ke dalam bentuk konjungsi dari variabel-variabel proposisi atau negasinya lalu nyatakan konjungsi tersebut sebagai disjungsi.

Seperti pada tabel untuk contoh 2 di atas, keluaran yang mempunyai nilai 1 adalah pada baris pertama, kedua, kelima, dan ketujuh. Pada baris pertama, *p* bernilai 1, *q* bernilai 1 dan *r* juga bernilai 1 maka dibuat ke bentuk konjungsi menjadi $p.q.r$. Baris kedua, *p* bernilai 1, *q* bernilai 1 dan *r* bernilai 0, maka bentuk konjungsinya menjadi $p.q.\overline{r}$. Baris kelima, *p* bernilai 0, *q* bernilai 1 dan *r* bernilai 1, maka bentuk konjungsinya menjadi $\overline{p}.q.r$. Baris ketujuh, *p* bernilai 0, *q* bernilai 0 dan *r* bernilai 1, maka bentuk konjungsinya menjadi $\overline{p}.\overline{q}.r$. Kemudian bentuk konjungsi-konjungsi tersebut dinyatakan ke dalam bentuk normal disjungsi seperti berikut ini:

$$f(p,q,r) = \overline{p}.\overline{q}.r + \overline{p}.q.r + p.q.\overline{r} + p.q.r \text{ ....(1)}$$

Supaya kita dapat melihat bentuk normal disjungsi tersebut sederhana atau tidak, kita dapat melihatnya dari bentuk diagramnya. Untuk mewujudkan implementasi bentuk normal disjungsi di atas ke dalam diagram, dibutuhkan 4 negasi, 8 konjungsi, dan 3 disjungsi di mana masing-masing negasi, konjungsi dan disjungsi tersebut disajikan dalam sebuah persegi (kotak). *p* membutuhkan 2 kotak negasi, *q* membutuhkan 1 kotak negasi dan *r* membutuhkan 1 kotak negasi. Kotak konjungsi *p* membutuhkan 4 kotak, *q* membutuhkan 4 kotak dan *r* membutuhkan 4 kotak. Cara membuat diagramnya, kotak-kotak yang diperlukan disiapkan terlebih dahulu, dari bawah berjajar, horisontal, kotak negasi, kemudian di atasnya kotak konjungsi dan yang paling atas adalah kotak disjungsi. Setiap kotak disusun sedemikian rupa sehingga kotak tersebut dapat dihubungkan dengan garis. Cara menghubungkan masing-masing kotak adalah dengan melihat bentuk normal disjungsi (1), implementasi disjung pertama $(\bar{p}.\bar{q}.r)$, p dihubungkan dengan kotak negasi, demikian juga dengan q, dan r dihubungkan dengan kotak konjungsi. Implementasi disjung kedua $(\bar{p}.q.r)$, p dihubungkan dengan kotak negasi, q dengan kotak konjungsi demikian juga dengan r. Implementasi disjung ketiga $(p.q.\bar{r})$, p dan q dihubungkan dengan kotak konjungsi dan r dihubungkan dengan kotak negasi. Implementasi disjung keempat $(p.q.r)$, p, q, dan r dihubungkan dengan kotak konjungsi. Setelah semua disjung dihubungkan, selanjutnya masing-masing disjung tersebut dihubungkan dengan kotak disjungsi. Sedapat mungkin setiap kotak disjung mampu mewakili operasi disjung-disjungnya sehingga tidak ada disjung yang tidak terhubungkan.Diagramnya sebagai berikut:

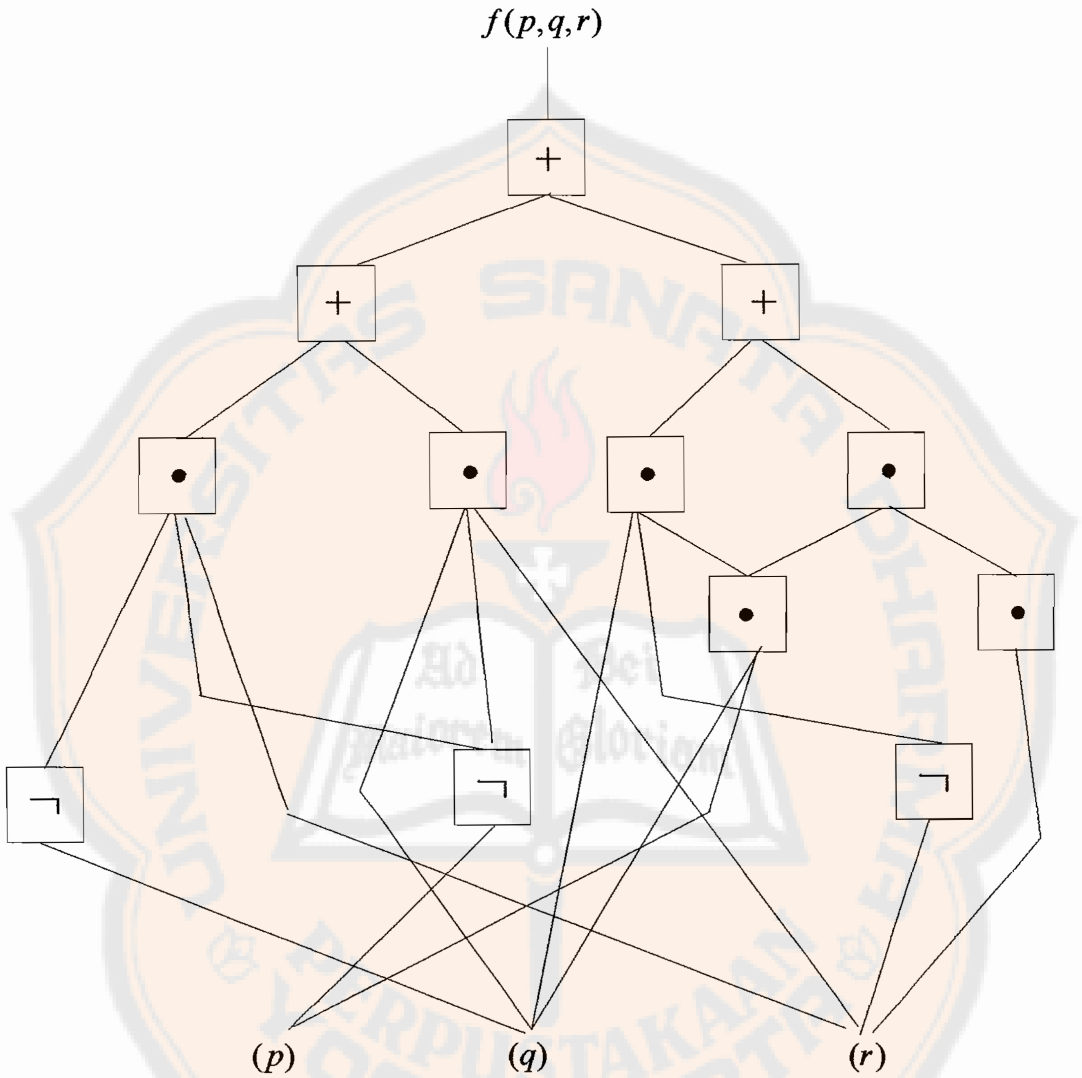


Gambar 3.2 : Diagram (1) contoh 2

Sebenarnya fungsi logis tersebut dapat disederhanakan lagi dengan operasi-operasi atau hukum-hukum yang berlaku dalam logika proposisi, sehingga didapatkan hasil seperti berikut ini:

$$f(p.q.r) = \bar{p}.(\bar{q}.r + q.r) + p.(q.\bar{r} + q.r) \qquad \textit{(distributif)}\ldots\ldots\ldots(2)$$

Implementasi dari fungsi logis (2), membutuhkan 3 kotak negasi, 6 kotak konjungsi dan 3 kotak disjungsi. Cara pembuatan diagramnya sama seperti pada pembuatan diagram fungsi logis (1). Gambar diagramnya adalah:



Gambar 3.3 : Diagram (2) contoh 2

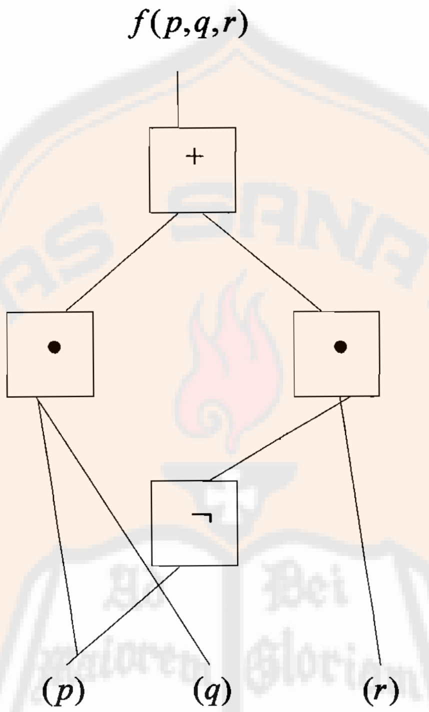
Diagram (2) dapat disederhanakan menjadi :

$$f(p,q,r) = \overline{p}.(\overline{q}.r + q.r) + p.(q.\overline{r} + q.r)$$

$$= \overline{p}.[(\overline{q} + q).r] + p.[q(\overline{r} + r)] \qquad \text{(distributif)}$$

$$= \overline{p}.r + p.q \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

Implementasi dari fungsi logis (3) hanya membutuhkan 1 kotak negasi, 2 kotak disjungsi dan 1 kotak disjungsi. Diagramnya menjadi lebih sederhana, yaitu:



Gambar 3.4 : Diagram (3) contoh 2

Dari diagram fungsi logis (1), fungsi logis (2), dan fungsi logis (3) pada contoh 2 dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa diagram yang paling sederhana yaitu diagram fungsi logis (3) yang menunjukkan bahwa fungsi logis (3) adalah fungsi logis yang paling sederhana. Hal ini akan mempermudah seseorang membuat perancangan.

Contoh 3:

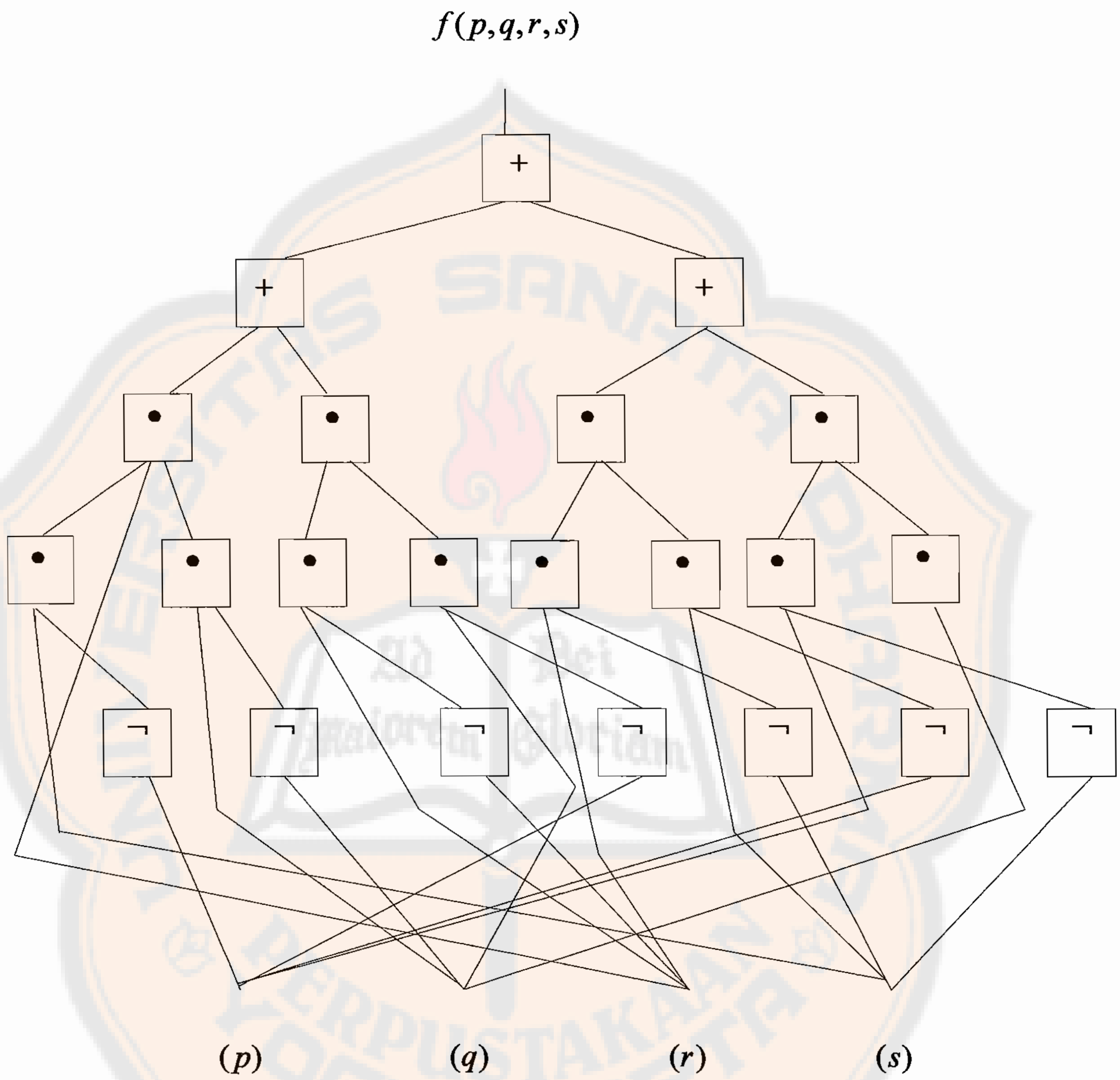
Menentukan fungsi logis dari tabel kebenaran. Diberikan sebuah tabel kebenaran dengan empat variabel p,q,r,s sebagai berikut:

p	*q*	*r*	*S*	*y*
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

Berdasarkan tabel kebenaran tersebut, dan dengan cara seperti pada contoh 2 didapatkan bentuk normal disjungsinya seperti berikut ini:

$$f(p,q,r,s) = \overline{p}.\overline{q}.\overline{r}.s + \overline{p}.q.r.\overline{s} + \overline{p}.q.r.s + p.q.r.\overline{s} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

Implementasi ke dalam bentuk diagramnya membutuhkan 7 kotak negasi, 12 kotak konjungsi dan 3 kotak disjungsi, dan dengan cara pembuatan diagram seperti pada contoh 2 maka didapatkan diagram seperti berikut ini:



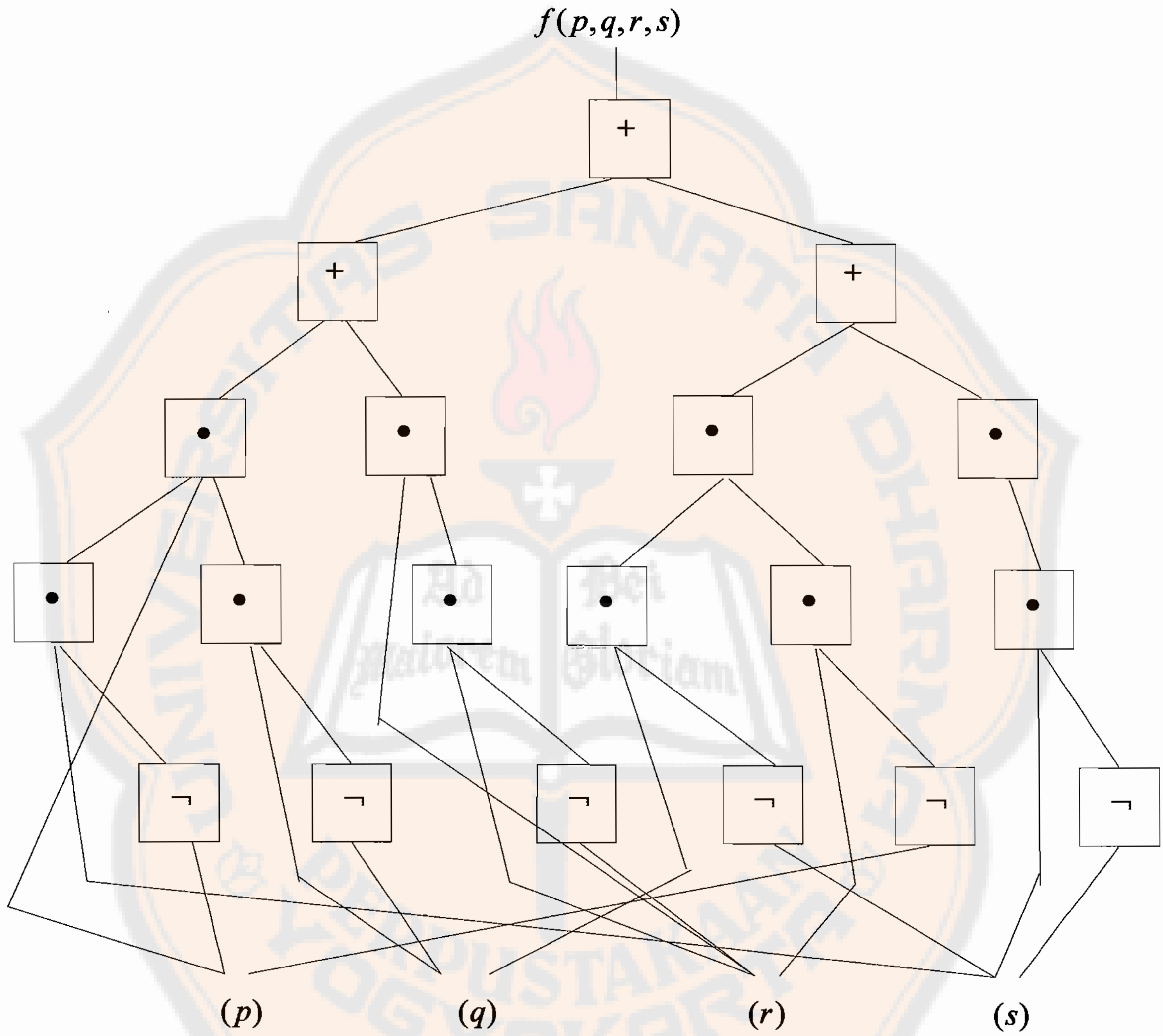
Gambar 3.5 : Diagram (1) contoh 3

Untuk mendapatkan fungsi logis yang lebih sederhana dapat dikerjakan dengan operasi-operasi atau hukum-hukum yang berlaku dalam logika proposisi, sehingga didapatkan hasil seperti berikut ini:

$$f(p,q,r,s) = \bar{p}.\bar{q}.\bar{r}.s + \bar{p}.q.r.\bar{s} + \bar{p}.q.r.s + p.q.r.\bar{s}$$

$$= \bar{p}.(\bar{q}.\bar{r}.s + q.r.\bar{s}) + q.(\bar{p}.r.s + p.r.\bar{s}) \quad \text{(distributif)............(2)}$$

Dari fungsi logis di atas tampak bahwa implementasi dari fungsi logis semula berubah menjadi membutuhkan 6 kotak negasi, 10 kotak konjungsi, dan 3 kotak disjungsi. Diagramnya adalah sebagai berikut:



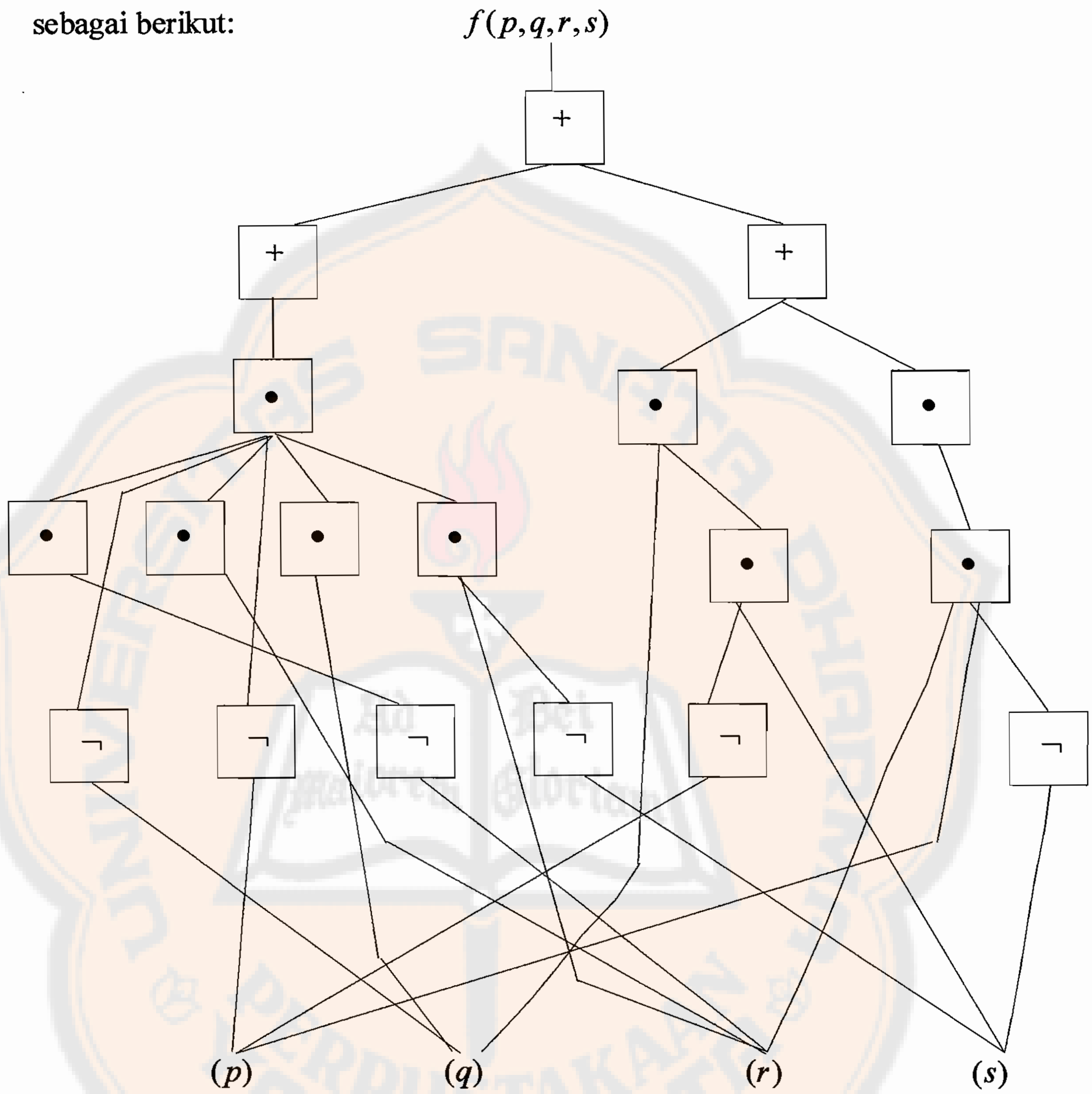
Gambar 3.6 : Diagram (2) contoh 3

Fungsi logis (2) dapat disederhanakan menjadi:

$$f(p,q,r,s) = \bar{p}.(\bar{q}.\bar{r}.s + q.r.\bar{s}) + q.(\bar{p}.r.s + p.r.\bar{s})$$

$$= \bar{p}.(\bar{q}.\bar{r}.s + q.r.\bar{s}) + q.r.(\bar{p}.s + p.\bar{s}) \quad \text{(distributif)..............(3)}$$

Implementasi dari fungsi (3) ditulis dengan membutuhkan 6 kotak negasi, 9 kotak konjungsi, dan 3 kotak disjungsi. Kotak yang berubah hanya kotak konjungsi, sedangkan kotak yang lain tetap. Diagramnya adalah sebagai berikut:



Gambar 3.7 : Diagram (3) contoh 3

Dari pembuatan diagram fungsi logis (1), fungsi logis (2), dan fungsi logis (3) pada contoh 3 dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa diagram yang paling sederhana adalah diagram fungsi logis (3) yang menunjukkan bahwa fungsi logis (3) adalah fungsi logis yang paling sederhana. Hal ini akan mempermudah perancangan.

2. Peta Karnaugh

Peta Karnaugh adalah suatu metode untuk menghasilkan bentuk sederhana dari fungsi logis dengan variabel tertentu yang didefinisikan sesuai dengan tabel kebenaran. Sebuah Peta Karnaugh terdiri dari bujursangkar-bujursangkar yang masing-masing menyatakan suatu kemungkinan kombinasi dari variabel-variabel dengan negasinya.

Sebelum penulis membahas lebih lanjut teknik penyederhanaan dengan metode Peta Karnaugh, pasangan (kelompok duaan), kuad (kelompok empatan), dan oktet (kelompok delapanan), penulis terlebih dahulu akan menjelaskan cara menyusun peta Karnaugh dari tabel kebenaran.

Tabel kebenaran ke Peta Karnaugh.

Apakah perbedaan antara Peta Karnaugh dan Tabel kebenaran? Tabel kebenaran memperlihatkan keluaran untuk setiap kondisi masukan, sedangkan Peta Karnaugh memperlihatkan semua hasilkali fundamental yang dibutuhkan untuk menghasilkan keluaran 1 bagi kondisi-kondisi masukan yang bersangkutan. Berikut ini akan dijelaskan cara penyusunan peta Karnaugh dari tabel kebenaran.

Contoh 4:

Penyusunan peta Karnaugh dari tabel kebenaran dengan tiga variabel masukan *p, q,* dan *r*.

p	*q*	*r*	*y*
1	1	1	1
1	1	0	1

1	0	1	0
1	0	0	0
0	1	1	0
0	1	0	1
0	0	1	0
0	0	0	0

Langkah pertama: gambarkan sebuah peta Karnaugh kosong seperti gambar 1.a. Sangatlah penting untuk memperhatikan urutan variabel-variabel beserta komplemennya. Dalam arah horizontal kolom-kolom berlabel $pq, p\bar{q}, \bar{p}\bar{q}, \bar{p}q$. Urutan ini bukan urutan biner, melainkan urutan sandi Gray yaitu 11, 10, 00, dan 01. Dalam arah vertikal berlabel $r\ dan\ \bar{r}$.

Langkah kedua kita mencari keluaran 1 pada tabel kebenaran di atas. Keluaran 1 muncul bagi masukan-masukan:pqr = 1 1 1, pqr = 1 1 0, pqr = 0 1 0.

Hasil kali fundamental bagi masukan ini adalah: $pqr, pq\bar{r}, dan\ \bar{p}q\bar{r}$. Masukkan 1 bagi semua hasil kali ini pada peta Karnaugh (Gambar 1.b). Angka 1 bagi pqr terletak di bawah pq dan di sebelah r, angka 1 bagi $pq\bar{r}$ terletak di bawah pq dan di sebelah $\bar{r}$, dan angka 1 bagi $\bar{p}q\bar{r}$ terletak di bawah $\bar{p}q$ dan di sebelah $\bar{r}$.

Langkah terakhir adalah memasukkan 0 pada ruang-ruang selebihnya (Gambar 1.c). Peta Karnaugh selengkapnya ini sangat penting, karena dalam sekilas memperlihatkan hasilkali fundamental yang dibutuhkan untuk mengimplementasikan persamaan Boole yang berkaitan dengan tabel kebenaran di atas.

	p	p	$\bar{p}$	$\bar{p}$
	q	$\bar{q}$	$\bar{q}$	q
r				
$\bar{r}$				

	1	1	0	0	p
	1	0	0	1	q
1					
0					
r					

Gambar 1.a

	1	1	0	0	p
	1	0	0	1	q
1	1				
0	1			1	
r					

Gambar 1.b

	1	1	0	0	p
	1	0	0	1	q
1	1	0	0	0	
0	1	0	0	1	
r					

Gambar 1.c

a. Pasangan

Pasangan yang dimaksud di sini adalah pasangan angka 1 yang saling berdekatan di dalam Peta Karnaugh.

Contoh 5:

Diberikan tabel kebenaran dengan tiga variabel sebagai berikut:

p	*q*	*r*	*y*
1	1	1	1
1	1	0	1
1	0	1	0
1	0	0	0
0	1	1	0
0	1	0	1
0	0	1	0
0	0	0	1

Tabel di atas dapat disajikan dengan Peta Karnugh sebagai berikut:

	1	1	0	0	*p*
	1	0	0	1	*q*
1	1	0	0	0	
0	1	0	1	1	
r					

Hal penting yang harus diperhatikan dalam membuat Peta Karnaugh adalah antara dua bujursangkar yang berdekatan hanya boleh mempunyai satu variabel saja yang berbeda nilai. Misalnya dua buah bujursangkar yang berdekatan itu adalah bujursangkar pada kolom pertama baris pertama dengan bujursangkar pada kolom kedua baris pertama. Pada bujursangkar baris pertama kolom pertama p bernilai 1, q bernilai 1, dan r juga bernilai 1 sedangkan bujursangkar pada baris pertama kolom kedua p bernilai 1, q bernilai 1, r bernilai 0, sehingga dapat dilihat bahwa variabel yang berubah nilai dari dua bujursangkar itu hanya pada variabel q. Demikian juga untuk bujursangkar pada kolom tiga, baris pertama dengan bujursangkar pada kolom tiga, baris kedua. Pada bujursangkar kolom tiga, baris pertama ini, p bernilai 0, q bernilai 0, dan r bernilai 1 sedangkan bujursangkar pada kolom ketiga baris kedua, p bernilai 0, q bernilai 0, dan r bernilai 0. Dari sini terlihat bahwa hanya variabel r saja yang berubah nilai. Kemudian, jika dua bujursangkar yang berdekatan tersebut bernilai 1 atau yang sering disebut pasangan (kelompok berdua) maka di sana akan terdapat dua disjung yang mempunyai satu nilai variabel yang berbeda. Lihat kolom pertama di atas, terdapat pasangan angka 1 yang saling berdekatan dengan arah vertikal. Pasangan angka 1 tersebut menyatakan disjung $p.q.r$ dan $p.q.\bar{r}$. Dari sini terlihat bahwa hanya terdapat perbedaan satu variabel yaitu r dan $\bar{r}$, sehingga dua disjung tersebut dibuat ke dalam bentuk disjungsi dan selanjutnya disederhanakan menggunakan sifat-sifat yang berlaku dalam logika proposisi menjadi:

$$p.q.r + p.q.\bar{r} = p.q.(r + \bar{r}) \qquad \text{(distributif)}$$

$$= p.q$$

Fungsi logis $p.q$ merupakan fungsi logis akhir yang paling sederhana. Ini menunjukkan bahwa terdapat variabel beserta negasinya yang terhapus yaitu variabel r dengan $\bar{r}$. Dengan kata lain, *pasangan angka 1 (kelompok berdua) selalu mengakibatkan satu variabel beserta negasinya terhapus.*

Untuk memudahkan identifikasi maka biasanya pasangan angka 1 tersebut diberi tanda khusus yaitu berupa kotak atau lingkaran. Pada peta Karnaugh di atas terdapat dua pasngan di dalam 1:

	1	1	0	0	p
	1	0	0	1	q
1	1	0	0	0	
0	1	0	1	1	
r					

Jika dalam sebuah Peta Karnaugh terdapat lebih dari satu pasangan angka 1 maka dilakukan operasi disjungsi pada masing-masing disjung yang telah mengalami penyederhanaan dari pasangan-pasangan yang bersangkutan.

Telah terlihat pada Peta Karnaugh di atas bahwa terdapat dua pasangan angka 1. Pasangan angka yang pertama adalah pasangan dengan arah vertikal. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa pasangan tersebut merupakan disjung p,q,r dengan $p.q.\bar{r}$ serta dapat dibawa ke dalam bentuk disjungsi dan disederhanakan menjadi disjung $p.q$. pasangan yang kedua adalah pasangan dengan arah horisontal.

Pasangan tersebut merupakan disjung $\overline{p}.\overline{q}.\overline{r}$ dan $\overline{p}.q.\overline{r}$. Perhatikan bahwa pada pasangan kedua ini terdapat perbedaan satu variabel yaitu variabel q dengan variabel $\overline{q}$. Dengan cara yang sama, disjung dari pasangan tersebut dapat disatukan ke dalam bentuk disjungsi dan selanjutnya disederhanakan dengan menggunakan sifat distributif dan diperoleh disjung yang lebih sederhana yaitu $\overline{p}.\overline{r}$, sehingga fungsi logis akhir dari dua pasangan angka 1 menjadi:

$$p.q + \overline{p}.\overline{r}$$

b. Kuad

Kuad adalah kelompok empat buah angka 1 yang berdampingan secara horisontal maupun vertical di dalam Peta Karnaugh. Untuk memudahkan identifikasi maka kuad yang ditemukan akan diberi tanda kotak.

Contoh 6:

Diberikan tabel kebenaran dengan empat variabel p,q,r,s sebagai berikut:

p	*q*	*r*	*s*	*y*
1	1	1	1	1
1	1	1	0	1
1	1	0	1	1
1	1	0	0	1
1	0	1	1	0
1	0	1	0	0

1	0	0	1	0
1	0	0	0	0
0	1	1	1	1
0	1	1	0	1
0	1	0	1	0
0	1	0	0	0
0	0	1	1	1
0	0	1	0	1
0	0	0	1	0
0	0	0	0	0

Tabel kebenaran dapat disajikan ke dalam bentuk Peta Karnaugh sebagai berikut:

		1	1	0	0	*p*
		1	0	0	1	*q*
1	1	1	0	1	1	
1	0	1	0	1	1	
0	0	1	0	0	0	
0	1	1	0	0	0	
r	*s*					

Perhatikan bahwa di dalam Peta Karnaugh di atas terdapat dua buah kuad. Kuad yang pertama terletak dengan arah vertikal pada kolom pertama dan kuad kedua berupa segiempat. Lihat kuad pertama sebagai dua buah pasangan.

		1	1	0	0	p
		1	0	0	1	q
1	1	1	0	1	1	
1	0	1	0	1	1	
0	0	1	0	0	0	
0	1	1	0	0	0	
r	s					

Pasangan pertama menyediakan disjung $p.q.r.s$ dan $p.q.r.\bar{s}$, tampak bahwa hanya terdapat perbedaan satu variabel yaitu s dengan $\bar{s}$. Dengan demikian disjung tersebut dapat dibuat menjadi disjungsi: $p.q.r.s + p.q.r.\bar{s}$ di mana dapat disederhanakan lagi menjadi:

$$p.q.r.s + p.q.r.\bar{s} = p.q.r.(s+\bar{s}) \qquad \textit{distributf}$$

$$= p.q.r \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

Pasangan kedua menyatakan disjung $p.q.\bar{r}.\bar{s}$ dan $p.q.\bar{r}.s$. Terdapat perbedaan dalam satu variabel yaitu variabel s dengan variabel $\bar{s}$ sehingga disjung tersebut dapat dibuat ke dalam bentuk disjungsi menjadi: $p.q.\bar{r}.\bar{s} + p.q.\bar{r}.s$. Bentuk sederhananya:

$$p.q.\bar{r}.\bar{s} + p.q.\bar{r}.s = p.q.\bar{r}.(s+\bar{s}) \qquad \textit{distributif}$$

$$= p.q.\bar{r} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

Berdasarkan (1) dan (2) diperoleh disjung baru yaitu $p.q.r$ dan $p.q.\bar{r}$. Pada disjung tersebut kembali dapat dijumpai perbedaan satu variabel yaitu variabel r dengan variabel $\bar{r}$, sehingga disjung tersebut dapat disederhanakan menjadi:

$$p.q.r + p.q.\bar{r} = p.q.(r + \bar{r}) \qquad \textit{distributif}$$

$$= p.q \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

Akibat dari penyederhanaan itu adalah terdapat dua buah variabel beserta negasinya yang hilang yaitu variabel r dengan variabel $\bar{r}$ dan variabel s dengan variabel $\bar{s}$.

Demikian pula untuk kuad kedua. Kuad kedua dapat dipandang sebagai dua buah pasangan baik dengan arah vertikal maupun horisontal. Misalkan pasangan tersebut dipandang secara horisontal maka:

		1	1	0	0	*p*
		1	0	0	1	*q*
1	1	1	0	$\boxed{1}$	$\boxed{1}$	
1	0	1	0	$\boxed{1}$	$\boxed{1}$	
0	0	1	0	0	0	
0	1	1	0	0	0	
r	*s*					

Pasangan pertama menyatakan disjung $\bar{p}.\bar{q}.r.s$ dan $\bar{p}.q.r.s$. Dari disjung itu terdapat perbedaan satu variabel yaitu variabel $\bar{q}$ dengan variabel q sehingga disjung tersebut dapat dibuat ke dalam bentuk disjungsi dan disederhanakan:

$$\bar{p}.\bar{q}.r.s + \bar{p}.q.r.s = \bar{p}.r.s.(\bar{q} + q) \qquad \textit{distributif}$$

$$= \bar{p}.r.s \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

Pasangan kedua menyatakan disjung $\bar{p}.\bar{q}.r.\bar{s}$ dan $\bar{p}.q.r.\bar{s}$. Perbedaan satu variabel yaitu variabel $\bar{q}$ dengan variabel q dan disjung tersebut dibuat ke dalam persamaaan:

$$\bar{p}.\bar{q}.r.\bar{s} + \bar{p}.q.r.\bar{s} = \bar{p}.r.\bar{s}.(\bar{q} + q) \qquad \textit{distributif}$$

$$= \bar{p}.r.\bar{s} \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

Pasangan (1) dan (2) diperoleh disjung baru yaitu $\bar{p}.r.s$ dan $\bar{p}.r.\bar{s}$. Terlihat bahwa dari disjung tersebut terdapat perbedaan satu variabel lagi yaitu variabel s dan variabel $\bar{s}$, sehingga dua disjung tersebut menjadi:

$$\bar{p}.r.s + \bar{p}.r.\bar{s} = \bar{p}.r.(s + \bar{s}) \qquad \text{distributif}$$

$$= \bar{p}.r$$

Disjung tersebut menunjukkan ada dua variabel beserta negasinya yang terhapus yaitu variabel $\bar{q}$ dengan variabel q dan variabel s dengan variabel $\bar{s}$.

Kesimpulan yang dapat diambil dari kuad pertama dan kuad kedua *yaitu dengan adanya kuad di dalam Peta Karnaugh selalu berarti terhapusnya dua buah variabel dari fungsi yang bersangkutan.* Seperti halnya pada pasangan, jika dalam satu Peta Karnaugh terdapat lebih dari satu kuad maka dilakukan operasi disjungsi pada masing-masing disjung yang diperoleh dari hasil penyederhanaan.

Pada Peta Karnaugh di atas terdapat dua buah kuad. Kuad pertama mempunyai fungsi logis akhir $p.q$ dan kuad kedua mempunyai fungsi akhir $\overline{p}.r$, sehingga fungsi logis akhir dari kedua kuad adalah:

$$p.q + \overline{p}.r$$

c. Oktet

Oktet adalah kelompok dari delapan angka 1 yang saling berdekatan di dalam Peta Karnaugh. Seperti halnya pada pasangan maupun kuad, dalam oktet juga digunakan tanda lingkaran atau kotak untuk memudahkan identifikasi.

Contoh 7:

Diberikan tabel kebenaran dengan empat variabel p,q,r,s sebagai berikut:

p	q	r	s	y
1	1	1	1	1
1	1	1	0	1
1	1	0	1	1
1	1	0	0	1
1	0	1	1	1
1	0	1	0	1
1	0	0	1	1

1	0	0	0	1
0	1	1	1	0
0	1	1	0	0
0	1	0	1	0
0	1	0	0	0
0	0	1	1	0
0	0	1	0	0
0	0	0	1	0
0	0	0	0	0

Tabel di atas dapat disajikan dengan Peta Karnaugh sebagai berikut:

		1	1	0	0	*p*
		1	0	0	1	*q*
1	1	1	1	0	0	
1	0	1	1	0	0	
0	0	1	1	0	0	
0	1	1	1	0	0	
r	*s*					

Gambar di atas memperlihatkan sebuah oktet dalam arah vertikal. Oktet tersebut dapat dilihat sebagai dua buah kuad sebagai berikut:

		1	1	0	0	*p*
		1	0	0	1	*q*
1	1	1	1	0	0	
1	0	1	1	0	0	
0	0	1	1	0	0	
0	1	1	1	0	0	
r	*s*					

Untuk masing-masing kuad dapat dipandang sebagai dua buah pasangan sedemikian sehingga kuad pertama menyatakan disjung $p.r$ dan kuad kedua menyatakan disjung $p.\bar{r}$. Disjungsi dari dua disjung tersebut adalah:

$$p.r + p.\bar{r}$$

Disjungsi tersebut dapat disederhanakan lagi dengan sifat distribusi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} p.r + p.\bar{r} &= p.(r + \bar{r}) \qquad \text{(distributif)} \\ &= p \end{aligned}$$

Hasil akhir yang lebih sederhana yaitu hanya tinggal satu variabel p sehingga terdapat tiga variabel beserta negasinya yang terhapus, yaitu variabel $\bar{q}$ dengan variabel q, variabel r dengan variabel $\bar{r}$ dan variabel s dengan variabel $\bar{s}$.

Dengan demikian, *adanya sebuah oktet pada Peta Karnaugh mengakibatkan terhapusnya tiga variabel dari fungsi yang bersangkutan.*

3. Penyederhanaan Dengan Metode Peta Karnaugh

Berdasarkan pembahasan di atas bahwa pasangan menghilangkan sebuah variabel beserta komplemennya, kuad menghilangkan dua buah variabel beserta komplemennya, dan oktet menghilangkan tiga buah variabel beserta komplemennya. Dalam penyederhanaan dengan metode Peta Karnaugh untuk memperoleh penyederhanaan yang sebanyak-banyaknya, dimulai dengan melingkari *oktet terlebih dahulu,* kemudian *kuad,* dan *akhirnya pasangan.*

Untuk membahas kemungkinan dalam Peta Karnaugh dijumpai angka 1 yang terisolir dari kelompok-kelompok di atas, maka disini akan dibahas juga tentang penyederhanaan dengan Peta Karnaugh yang didasarkan pada keadaan kelompok yang bertumpang tindih, yang mengalami penggulungan peta, dan kelompok berlebihan..

Contoh 8:

Diberikan tabel kebenaran dengan empat variabel p,q,r,s sebagai berikut:

p	q	r	s	y
1	1	1	1	0
1	1	1	0	1
1	1	0	1	1

1	1	0	0	1
1	0	1	1	0
1	0	1	0	1
1	0	0	1	1
1	0	0	0	1
0	1	1	1	0
0	1	1	0	1
0	1	0	1	1
0	1	0	0	1
0	0	1	1	0
0	0	1	0	1
0	0	0	1	0
0	0	0	0	0

Tabel di atas dapat disajikan ke dalam Peta Karnaugh sebagai berikut:

		1	1	0	0	*p*
		1	0	0	1	*q*
1	1	0	0	0	0	
1	0	1	1	1	1	
0	0	1	1	0	1	
0	1	1	1	0	1	
r	*s*					

Penyederhanaan dengan Peta Karnaugh diselesaikan dengan langkah pertama, carilah oktet dalam peta tersebut dilanjutkan dengan mencari kuad dan akhirnya pasangan. Dari Peta Karnaugh tidak ditemukan oktet, tetapi terdapat dua buah kuad dan satu pasangan angka 1.

		1	1	0	0	p
		1	0	0	1	q
1	1	0	0	0	0	
1	0	1	1	1	1	
0	0	1	1	0	1	
0	1	1	1	0	1	
r	s					

Perhatikan bahwa pasangan tersebut ternyata mewakili disjung $\overline{p}.q.\overline{r}.\overline{s}$ dan $\overline{p}.q.\overline{r}.s$ yang kemudian disederhanakan lagi menjadi $\overline{p}.q.\overline{r}$ dan kuad bagian atas menyatakan disjung $r.\overline{s}$ sedangkan kuad bagian bawah menyatakan disjung $p.\overline{r}$

Fungsi akhir menyatakan gabungan dari disjung pada dua buah kuad sehingga diporoleh fungsi logis yang baru yaitu:

$$\overline{p}.q.\overline{r}+r.\overline{s}+p.\overline{r}$$

a. Kelompok yang bertumpang tindih

Dalam penyederhanaan dengan Peta Karnaugh diperbolehkan menggunakan angka 1 tertentu untuk dilingkari atau diberi kotak lebih dari sekali.

Contoh 9:

Perhatikan Peta Karnaugh di bawah ini:

		1	1	0	0	*p*
		1	0	0	1	*q*
1	1	0	0	0	0	
1	0	0	1	0	0	
0	0	1	1	1	1	
0	1	1	1	1	1	
r	*s*					

Pada Peta Karnaugh di atas terdapat kelompok angka 1 yang saling bertumpang tindih *(overlapping)*, yaitu kelompok pasangan dengan kelompok oktet. Pasangan angka 1 dalam Peta Karnaugh menyatakan disjung $p.\bar{q}.\bar{s}$ dan oktet dalam Peta Karnaugh mewakili disjung $\bar{r}$. Fungsi logis akhir dari kedua kelompok yang saling tumpang tindih tersebut adalah:

$$\bar{r} + p.\bar{q}.\bar{s} \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

Di dalam Peta Karnaugh diperbolehkan untuk melingkari angka-angka 1 seperti pada gambar peta Karnaugh di bawah:

		1	1	0	0	p
		1	0	0	1	q
1	1	0	0	0	0	
1	0	0	1	0	0	
0	0	1	1	1	1	
0	1	1	1	1	1	
r	s					

Perhatikan bahwa di dalam Peta Karnaugh di atas terdapat angka 1 yang terisolasi dan akibatnya akan dihasilkan fungsi logis akhir yang lebih kompleks yaitu:

$$\bar{r} + p.\bar{q}.r.\bar{s} \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

Fungsi logis (2) yang dihasilkan di atas akan membuat rangkaian logika yang lebih rumit dibanding fungsi logis (1). Oleh karena itu, *jika memungkinkan dibuat kelompok-kelompok angka 1 yang saling bertumpang tindih yaitu dengan menggunakan angka-angka 1 yang sama lebih dari satu kali dan usahakan agar diperoleh kelompok tersebut yang sebanyak-banyaknya.*

b. Penggulungan Peta

Penyederhanaan Peta Karnaugh dengan penggulungan peta *(rolling)*.

Contoh 10:

Diberikan Peta Karnaugh sebagai berikut:

		1	1	0	0	*p*
		1	0	0	1	*q*
1	1	0	0	0	0	
1	0	1	0	0	1	
0	0	1	0	0	1	
0	1	0	0	0	0	
r	*s*					

Dalam Peta Karnaugh di atas terdapat dua buah pasangan angka 1 di mana dari pasangan-pasangan itu dihasilkan fungsi logis akhir:

$$p.q.\bar{s} + \bar{p}.q.\bar{s} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

Setelah itu, Peta Karnaugh tersebut digulung sedemikian sehingga tepi kiri bersentuhan dengan tepi kanan dan didapatkan bahwa kedua buah pasangan tersebut dapat membentuk kuad. Untuk memperjelas kuad yang ada, setengah kotak dilukis mengelilingi setiap pasangan seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini:

		1	1	0	0	p
		1	0	0	1	q
1	1	0	0	0	0	
1	0	1	0	0	1	
0	0	1	0	0	1	
0	1	0	0	0	0	
r	s					

Dari sini kuad yang terbentuk dari penggulungan peta tersebut akan menghasilkan fungsi:

$$q.\bar{s} \text{ ....(2)}$$

Penggulungan peta diperlukan untuk dapt menyederhanakan fungsi seperti pada contoh di atas, yaitu fungsi logis (1) menjadi fungsi logis (2).

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat sebagai berikut:

Dari fungsi (1), $p.q.\bar{s} + \bar{p}.q.\bar{s}$. Dengan menggunakan sifat distributif pada logika proposisi diperoleh fungsi (2):

$$p.q.\bar{s} + \bar{p}.q.\bar{s} = q.\bar{s}.(p + \bar{p})$$

$$= q.\bar{s}$$

Fungsi logis terakhir merupakan hasil dari sebuah kuad tergulung sepertti di atas. Jadi angka-angka 1 pada tepi tertentu dari Peta Karnaugh dapat dikelompokkan dengan angka-angka 1 pada tepi yang berlawanan sehingga akhirnya diperoleh fungsi logis yang lebih sederhana dibanding fungsi logis sebelumnya.

Contoh 11:

Diberikan sebuah Peta Karnaugh dengan tiga variabel p,q,r sebagai berikut:

	1	1	0	0	p
	1	0	0	1	q
1	1	0	1	1	
0	1	0	0	1	
r					

Dari Peta Karnaugh di atas, kemungkinan adanya kelompok yang bertumpang tindih maupun mengalami penggulungan peta.

Perhatikan gambar di bawah ini:

	1	1	0	0	p
	1	0	0	1	q
1	1	0	1	1	
0	1	0	0	1	
r					

Kelompok yang mengalami penggulungan peta tersebut merupakan kuad yang mewakili fungsi akhir q dan kelompok yang bertumpang tindih adalah kelompok pasangan yang mewakili disjung $\bar{p}.r$.

Jadi, fungsi logis akhir diperoleh:

$$q + \bar{p}.r \text{ ....(1)}$$

Kemudian akan dibandingkan dengan cara sebagai berikut:

	1	1	0	0	*p*
	1	0	0	1	*q*
1	1	0	1	1	
0	1	0	0	1	
r					

Terlihat bahwa terdapat sebuah kelompok yang tumpang tindih dan sebuah pasangan. Kelompok yang tumpang tindih tersebut merupakan dua buah pasangan dimana menyatakan disjung $\bar{p}.r$ dan $\bar{p}.q$, sedangkan pasangan yang lain mewakili disjung $p.q$. Dari kedua kelompok tersebut yaitu kelompok yang bertumpang tindih dan kelompok pasangan diperoleh fungsi logis akhir:

$$(\bar{p}.r + \bar{p}.q) + p.q \text{ ....(2)}$$

Fungsi logis (1) lebih sederhana dibanding fungsi logis (2) dan hal ini disebabkan dipilihnya kelompok tumpang tindih dan kelompok yang mengalami penggulungan peta dalam penyederhanaan. Penyederhanaan akan menjadi lebih maksimal jika di dalam Peta Karnaugh dapat dibuat kelompok tumpang tindih maupun kelompok yang mengalami penggulungan peta sebanyak mungkin.

c. Kelompok Berlebihan (redundant)

Dalam penyederhanaan Peta Karnaugh selain ada hal kelompok tumpang tindih dan kelompok yang mengalami penggulungan peta ada juga kelompok berlebihan (*redundant group*) yaitu penghapusan kelompok angka-angka 1 yang bertumpang tindih seluruhnya dengan kelompok-kelompok yang lain.

Contoh 12:

Diberikan sebuah Peta Karnaugh sebagai berikut:

		1	1	0	0	*p*
		1	0	0	1	*q*
1	1	0	0	0	0	
1	0	0	1	0	0	
0	0	0	1	1	0	
0	1	0	0	1	0	
r	*s*					

Dari Peta Karnaugh yang diberikan dapat dibuat kelompok-kelompok dalam peta sebagai berikut:

		1	1	0	0	p
		1	0	0	1	q
1	1	0	0	0	0	
1	0	0	1	0	0	
0	0	0	1	1	0	
0	1	0	0	1	0	
r	s					

Terdapat tiga buah pasangan dimana fungsi logis yang bersangkutan dari ketiga pasangan tersebut adalah:

$$p.\bar{q}.\bar{s} + \bar{q}.\bar{r}.\bar{s} + \bar{p}.\bar{q}.r \text{ ....(1)}$$

Dari Peta Karnaugh harus diperiksa ada atau tidak kelompok berlebihan. Perhatikan bahwa angka-angka 1 dalam pasangan di bagian tengah, seluruhnya bertumpang tindih dengan pasangan yang ada di pinggir. Oleh karena itu, pasangan yang di tengah merupakan pasangan berlebihan dan dapat dihapus untuk menghasilkan fungsi yang lebih sederhana. Peta Karnaugh dari penggambaran di atas sebagai berikut:

		1	1	0	0	*p*
		1	0	0	1	*q*
1	1	0	0	0	0	
1	0	0	1	0	0	
0	0	0	1	1	0	
0	1	0	0	1	0	
r	*s*					

Fungsi logis akhir dari Peta Karnaugh setelah terhapusnya kelompok yang berlebihan dari peta adalah:

$$p.\bar{q}.s + \bar{p}.\bar{q}.\bar{r} \text{ ....(2)}$$

Fungsi logis (2) merupakan fungsi logis yang lebih sederhana maka perancangannya juga menjadi lebih sederhana. Alasan ini yang menjadi sebab mengapa kelompok-kelompok yang berlebihan harus dihapuskan dari Peta Karnaugh.

Contoh 13:

Misal diberikan sebuah Peta Karnaugh dengan tiga variabel sebagai berikut:

	1	1	0	0	*p*
	1	0	0	1	*q*
1	1	0	1	1	
0	1	0	0	1	
r					

Identifikasi dari Peta Karnaugh di atas dapat dilakukan dengan memberikan tanda kotak pada kelompok-kelompok yang dipilih, seperti pada gambar di bawah:

	1	1	0	0	*p*
	1	0	0	1	*q*
1	1	0	1	1	
0	1	0	0	1	
r					

Gambar di atas memperlihatkan bahwa terdapat empat buah pasangan dimana salah satunya diperoleh dengan cara penggulungan peta. Dengan penggulungan peta yang telah dilakukuan menghasilkan pasangan berlebihan karena angka 1 pada pasangan tersebut seluruhnya bertumpang tindih dengan kedua pasangan yang lainnya. Pasangan berlebihan tersebut dapat dihapus sehingga diperoleh fungsi logis akhir:

$$p.q + \overline{p}.r + q.\overline{r}$$

E. Perancangan

Logika proposisi banyak diterapkan pada sirkuit elektonika salah satu diantaranya pada rangkaian traffic light. Selanjutnya, penulis akan membahas perancangan traffic light tiga jalur. Proses pembuatan traffic light tiga jalur dengan menerapkan logika proposisi akan diterangkan sebagai berikut:

1. Membuat Tabel Kebenaran.

Langkah pertama perancangan traffic light ini adalah membuat tabel kebenaran. Pernyataan kondisi lampu hidup mempunyai nilai benar (1), sedangkan pernyataan kondisi lampu mati mempunyai nilai salah (0). Dalam perancangan ini penulis menggunakan tabel kebenaran empat variabel dengan alasan kondisi keluaran yang dibutuhkan sebanyak 12 kondisi.

Di bawah ini adalah gambar tabel kebenaran pada *kondisi awal* yang belum dipengaruhi oleh masukan apapun dan gambar *kondisi berikutnya* sesudah diberi masukan dari kondisi awal. Kondisi berikutnya ini akan masuk ke dalam flip-flop D sebagai kondisi awal.

Tabel 3.1: Tabel kebenaran untuk kondisi variabel berikutnya

Kondisi Awal				Kondisi Berikutnya			
p	*q*	*r*	*s*	*p*	*q*	*r*	*s*
0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0	1	0
0	0	1	0	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1	0	0

0	1	0	0	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	1	1	0	1
1	1	0	1	0	0	0	0

Tabel 3.2 di bawah ini merupakan kondisi keluaran yang diinginkan penulis untuk traffic light tiga jalur. Perhatikan baris pertama, cara membacanya yaitu ketika *pqrs* = 0000 kondisi keluaran yang diinginkan penulis adalah sebagai berikut: traffic light I yang menyala adalah lampu merah, traffic light II yang menyala adalah lampu merah, dan traffic light III yang menyala adalah lampu hijau. Pada baris kedua, ketika *pqrs* = 0001 kondisi keluaran yang diinginkan penulis adalah sebagai berikut: traffic light I yang menyala adalah lampu merah, traffic light II yang menyala adalah lampu merah, dan traffic light III yang menyala adalah lampu hijau. Begitu seterusnya cara membaca kondisi keluaran yang dinginkan dapat dilihat dengan menggunakan tabel kebenaran di bawah ini.

Cara kerja yang perlu diperhatikan pada pembuatan traffic light tiga jalur ini yaitu tidak diperbolehkan lampu kuning dan hijau antara traffic light satu dengan traffic light yang lainnya menyala secara bersamaan. Hal ini didasarkan pada prinsip kerja traffic light tiga jalur sebagai rambu-rambu lalu lintas agar tidak terjadi tabrakan kendaraan dari arah yang berlawanan.

Tabel 3.2: Tabel kebenaran untuk kondisi traffic light tiga jalur

Kondisi				Traffic Light I			Traffic Light II			Traffic Light III		
p	*q*	*r*	*s*	Mrh	Hju	Kng	Mrh	Hju	Kng	Mrh	Hju	Kng
0	0	0	0	[illegible]	0	0	[illegible]	0	0	0	1	0
0	0	0	1	[illegible]	0	0	[illegible]	0	0	0	1	0
0	0	1	1	[illegible]	0	0	[illegible]	0	0	0	1	0
0	0	1	0	[illegible]	0	0	[illegible]	0	0	0	0	1
0	1	1	0	[illegible]	0	0	0	1	0	[illegible]	0	0
0	1	0	0	[illegible]	0	0	0	1	0	[illegible]	0	0
0	1	0	1	[illegible]	0	0	0	1	0	[illegible]	0	0
0	1	1	1	[illegible]	0	0	0	0	1	[illegible]	0	0
1	1	1	1	0	1	0	[illegible]	0	0	[illegible]	0	0
1	1	1	0	0	1	0	[illegible]	0	0	[illegible]	0	0
1	1	0	0	0	1	0	[illegible]	0	0	[illegible]	0	0
1	1	0	1	0	0	1	[illegible]	0	0	[illegible]	0	0

2. Menentukan fungsi logis dari tabel kebenaran.

Sebelum menentukan fungsi logis dari tabel kebenaran di atas, kita mengubah dahulu tabel kebenaran ke Peta Karnaugh. Kemudian dari Peta Karnaugh itulah akan dihasilkan suatu fungsi logis yang sederhana.

a. Fungsi logis kondisi *p*

Perhatikan tabel 3.1. Tabel kebenaran kondisi berikutnya kolom variabel *p* akan diubah ke dalam bentuk Peta Karnaugh. Langkah pertama untuk mengubah tabel kebenaran ke Peta Karnaugh adalah menggambarkan Peta Karnaugh kosong seperti gambar 1.a sebelumnya.

Langkah kedua kita mencari keluaran 1 pada tabel kebenaran di atas. Keluaran 1 muncul bagi masukan-masukan:pqrs = 0111, pqrs = 1111, pqrs = 1110, pqrs = 1101.

Langkah terakhir adalah memasukkan 0 pada ruang-ruang selebihnya sehingga akan dapat kita lihat bentuk Peta Karnaughnya pada gambar 4.1 di bawah ini:

		1	1	0	0	*p*
		1	0	0	1	*q*
1	1	1	0	0	1	
1	0	1	0	0	0	
0	0	1	0	0	0	
0	1	0	0	0	0	
r	*s*					

Pada Peta Karnaugh di atas terdapat dua buah pasangan (Gambar 3.8) yaitu pasangan vertikal angka 1 dan pasangan horisontal angka 1 yang dihasilkan dari penggulungan Peta.

		1	1	0	0	*p*
		1	0	0	1	*q*
1	1	1	0	0	1	
1	0	1	0	0	0	
0	0	1	0	0	0	
0	1	0	0	0	0	
r	*s*					

Gambar 3.8 :Peta Karnaugh untuk kondisi p

Fungsi logis yang dihasilkan dari pasangan horisontal angka 1 adalah sebagai berikut:

$\overline{p}.q.r.s + p.q.r.s = q.r.s.(\overline{p} + p)$ (distributif)

$= q.r.s$

Fungsi logis yang dihasilkan dari pasangan vertikal angka 1 adalah sebagai berikut:

$p.q.r.\overline{s} + p.q.\overline{r}.\overline{s} = p.q.\overline{s}.(r + \overline{r})$ (distributif)

$= p.q.\overline{s}$

Jadi fungsi logis akhir dari dua pasangan angka 1 di atas menjadi $q.r.s + p.q.\overline{s}$

b. Fungsi logis kondisi *q*

		1	1	0	0	*p*
		1	0	0	1	*q*
1	1	1	0	0	1	
1	0	1	0	1	1	
0	0	1	0	0	1	
0	1	0	0	0	1	
r	*s*					

Gambar 3.9 : Peta Karnaugh untuk kondisi q

Fungsi logis akhir dari kondisi *q* di atas menjadi $= \overline{p}.q + q.\overline{r}.\overline{s} + q.r + \overline{p}.r.\overline{s}$

c. Fungsi logis kondisi *r*

		1	1	0	0	*p*
		1	0	0	1	*q*
1	1	1	0	1	1	
1	0	0	0	1	0	
0	0	0	0	0	0	
0	1	0	0	1	1	
r	*s*					

Gambar 3.10 : Peta Karnaugh untuk kondisi r

Fungsi logis akhir dari kondisi *r* di atas menjadi $= \overline{p}.s + q.r.s + \overline{p}.\overline{q}.r$

d. Fungsi logis kondisi *s*

		1	1	0	0	*p*
		1	0	0	1	*q*
1	1	0	0	0	1	
1	0	0	0	0	0	
0	0	1	0	1	1	
0	1	0	0	1	1	
r	*s*					

Gambar 3.11 : Peta Karnaugh untuk kondisi s

Fungsi logis akhir dari kondisi *s* di atas menjadi $= \overline{p}.\overline{r} + q.\overline{r}.\overline{s} + \overline{p}.q.s$

e. Fungsi logis kondisi traffic light I (Merah)

		1	1	0	0	*p*
		1	0	0	1	*q*
1	1	0	0	1	1	
1	0	0	0	1	1	
0	0	0	0	1	1	
0	1	0	0	1	1	
r	*s*					

Gambar 3.12 : Peta Karnaugh untuk kondisi traffic light I (Merah)

Fungsi logis akhir dari kondisi traffic light I (Merah) di atas menjadi $= \overline{p}$

f. Fungsi logis kondisi traffic light I (Hijau)

		1	1	0	0	*p*
		1	0	0	1	*q*
1	1	1	0	0	0	
1	0	1	0	0	0	
0	0	1	0	0	0	
0	1	0	0	0	0	
r	*s*					

Gambar 3.13 : Peta Karnaugh untuk kondisit traffic light I (Hijau)

Fungsi logis akhir dari kondisi traffic light I (Hijau) di atas menjadi

$= p.q.r + p.q.\bar{s}$

g. Fungsi logis kondisi traffic light I (Kuning)

		1	1	0	0	*p*
		1	0	0	1	*q*
1	1	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	
0	1	1	0	0	0	
r	*s*					

Gambar 3.14 : Peta Karnaugh untuk kondisi traffic light I (Kuning)

Fungsi logis akhir dari kondisi traffic light I (Kuning) di atas menjadi

$= p.q.\bar{r}.s$

h. Fungsi logis kondisi traffic light II (Merah)

		1	1	0	0	*p*
		1	0	0	1	*q*
1	1	1	0	1	0	
1	0	1	0	1	0	
0	0	1	0	1	0	
0	1	1	0	1	0	
r	*s*					

Gambar 3.15 : Peta Karnaugh untuk kondisi traffic light II (Merah)

Fungsi logis akhir dari kondisi traffic light II (Merah) di atas menjadi

$= \overline{p}.\overline{q} + p.q$

i. Fungsi logis kondisi traffic light II (Hijau)

		1	1	0	0	*p*
		1	0	0	1	*q*
1	1	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	1	
0	0	0	0	0	1	
0	1	0	0	0	1	
r	*s*					

Gambar 3.16 : Peta Karnaugh untuk kondisi traffic light II (Hijau)

Fungsi logis akhir dari kondisi traffic light II (Hijau) di atas menjadi

$= \overline{p}.q.\overline{r} + \overline{p}.q.\overline{s}$

j. Fungsi logis kondisi traffic light II (Kuning)

		1	1	0	0	*p*
		1	0	0	1	*q*
1	1	0	0	0	1	
1	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	
0	1	0	0	0	0	
r	*s*					

Gambar 3.17 : Peta Karnaugh untuk kondisi traffic light II (Kuning)

Fungsi logis akhir dari kondisi traffic light II (Kuning) di atas menjadi

$= \overline{p}.q.r.s$

k. Fungsi logis kondisi traffic light III (Merah)

		1	1	0	0	*p*
		1	0	0	1	*q*
1	1	1	0	0	1	
1	0	1	0	0	1	
0	0	1	0	0	1	
0	1	1	0	0	1	
r	*s*					

Gambar 3.18 : Peta Karnaugh untuk kondisi traffic light III (Merah)

Fungsi logis akhir dari kondisi traffic light III (Merah) di atas menjadi $= q$

l. Fungsi logis kondisi traffic light III (Hijau)

		1	1	0	0	p
		1	0	0	1	q
1	1	0	0	1	0	
1	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	1	0	
0	1	0	0	1	0	
r	s					

Gambar 3.19 : Peta Karnaugh untuk kondisi traffic light III (Hijau)

Fungsi logis akhir dari kondisi traffic light III (Hijau) di atas menjadi

$= \overline{p}.\overline{q}.\overline{r} + \overline{p}.\overline{q}.s$

m. Fungsi logis kondisi traffic light III (Kuning)

		1	1	0	0	p
		1	0	0	1	q
1	1	0	0	0	0	
1	0	0	0	1	0	
0	0	0	0	0	0	
0	1	0	0	0	0	
r	s					

Gambar 3.20 : Peta Karnaugh untuk kondisi traffic light III (Kuning)

Fungsi logis akhir dari kondisi traffic light III (Kuning) di atas menjadi

$= \overline{p}.\overline{q}.r.\overline{s}$

3. Mengimplementasikan fungsi logis dalam rangkaian traffic light.

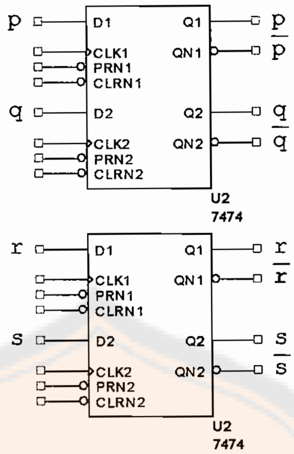
a. Implementasi fungsi logis kondisi *p* pada rangkaian traffic light

$= q.r.s + p.q.\bar{s}$

Fungsi logis $= q.r.s + p.q.\bar{s}$ jika diaplikasikan dalam sirkuit dapat dilihat pada gambar 4.16 di bawah ini. Dalam pembuatan rangkaian ini akan dibutuhkan empat flip-flop D (Perhatikan gambar 4.15), alasannya karena banyak variabel berjumlah 4 yaitu $p,q,r,$ dan s.

Masing-masing flip-flop D mempunyai dua keluaran yaitu keluaran Q dan keluaran $\bar{Q}$, dimana keluaran Q menyatakan kondisi yang sama dengan masukan flip-flop D dan $\bar{Q}$ menyatakan kondisi kebalikan dari masukan flip-flop D.

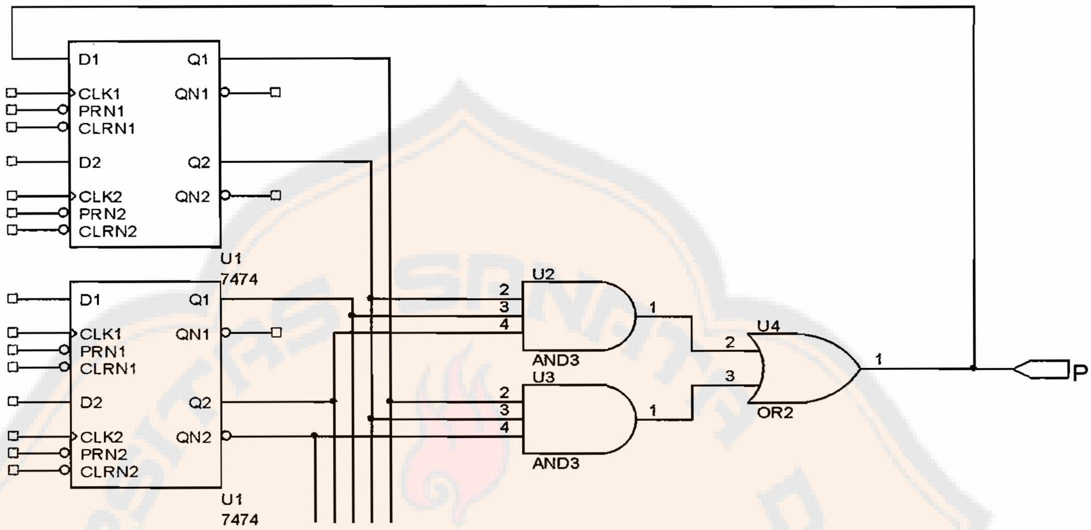
Oleh karena variabel yang kita gunakan berlambang $p,\ q,\ r,$ dan s, maka masukan flip-flop D dapat dinyatakan flip-flop D1 sebagai p, flip-flop D2 sebagai q, flip-flop D3 sebagai r, dan flip-flop D4 sebagai s. Untuk kondisi keluaran Q dan $\bar{Q}$ pada flip-flop D dapat kita ubah menjadi keluaran p dan $\bar{p}$ pada flip-flop D1, keluaran q dan $\bar{q}$ pada flip-flop D2, keluaran r dan $\bar{r}$ pada flip-flop D3, dan keluaran s dan $\bar{s}$ pada flip-flop D4.



Gambar 3.21 : Flip-flop D

Perhatikan sirkuit kondisi p pada gambar 3.22. Untuk membuat sirkuit kondisi p seperti pada gambar dibutuhkan fungsi logis $q.r.s + p.q.\bar{s}$. Fungsi logis yang dihasilkan tersebut berbentuk normal disjungsi yang terdiri dari dua disjung dimana disjung-disjungnya berupa konjungsi dari variabel-variabel atau negasinya maka cara mengimplementasikan fungsi logis tersebut dimulai dari implementasi disjung fungsi logis pertama yaitu $q.r.s$, caranya keluaran q dari flip-flop D2, keluaran r dari flip-flop D3, dan keluaran s dari flip-flop D4 dihubungkan pada gerbang logika dan (AND) yang pertama. Pengimplementasian disjung fungsi logis kedua yaitu $p.q.\bar{s}$ dilakukan dengan cara keluaran p dari flip-flop D1, keluaran q dari flip-flop D2, dan keluaran $\bar{s}$ dari flip-flop D4 dihungkan pada gerbang logika dan (AND) yang kedua. Setelah itu dua gerbang logika dan (AND) yang merupakan implementasi dari dua disjung fungsi logis tadi sama-sama dihubungkan pada gerbang logika atau (OR).

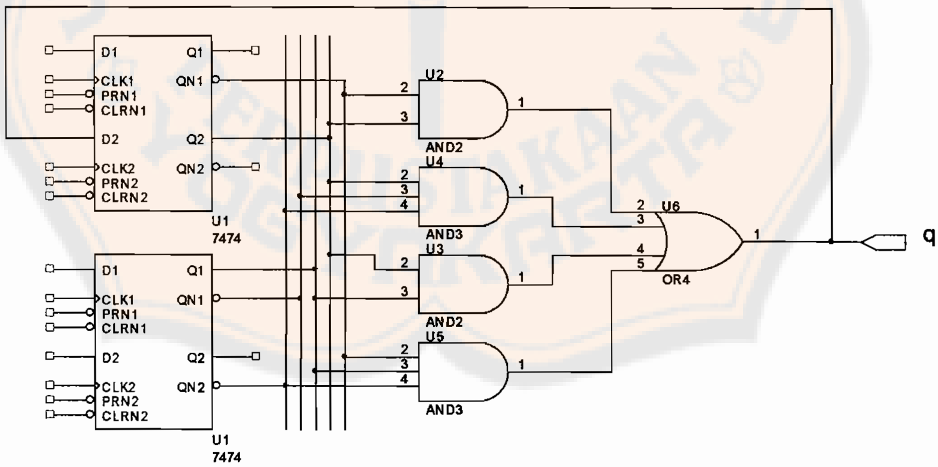
Fungsi dari sirkuit di bawah adalah untuk menghasilkan kondisi p berikutnya, agar perubahan nilai p sesuai dengan apa yang telah dibuat dalam tabel kebenaran. Dengan demikian hasil keluaran untuk kondisi p digunakan sebagai masukan flip-flop D1, yaitu p.



Gambar 3.22 : Rangkaian logika untuk kondisi p

b. Implementasi fungsi logis kondisi q pada rangkaian traffic light

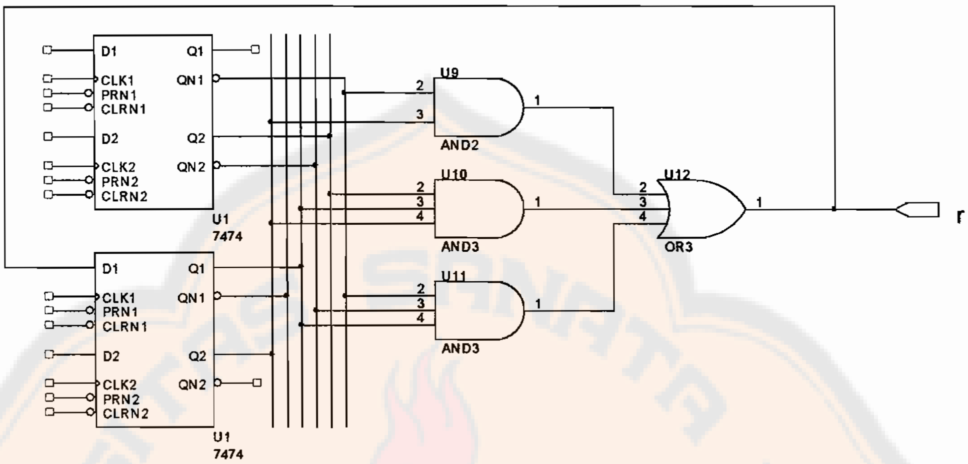
$$= \overline{p}.q + q.\overline{r}.\overline{s} + q.r + \overline{p}.r.\overline{s}$$



Gambar 3.23 : Rangkaian logika untuk kondisi q

c. Implementasi fungsi logis kondisi r pada rangkaian traffic light

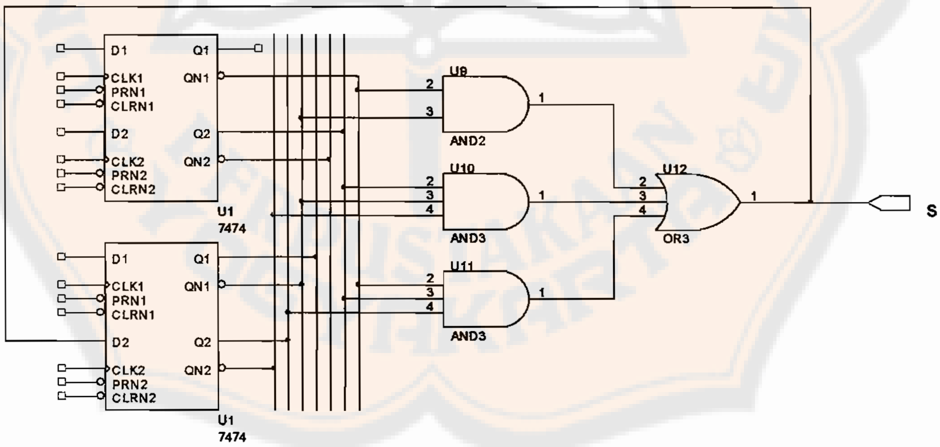
$$= \overline{p}.s + q.r.s + \overline{p}.\overline{q}.r$$



Gambar 3.24 : Rangkaian logika untuk kondisi r

d. Implementasi fungsi logis kondisi *s* pada rangkaian traffic light

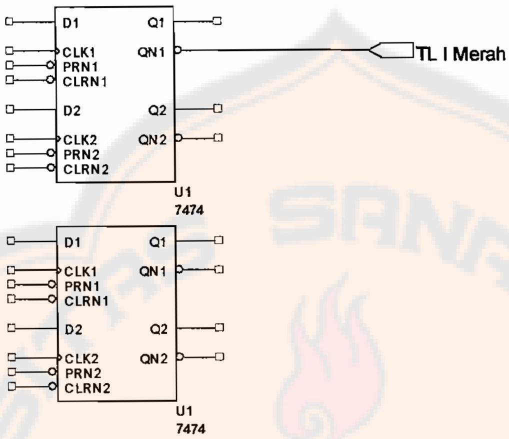
$$= \overline{p}.\overline{r} + q.\overline{r}.\overline{s} + \overline{p}.q.s$$



Gambar 3.25 : Rangkaian logika untuk kondisi s

e. Implementasi fungsi logis kondisi traffic light I (Merah) pada rangkaian traffic light.

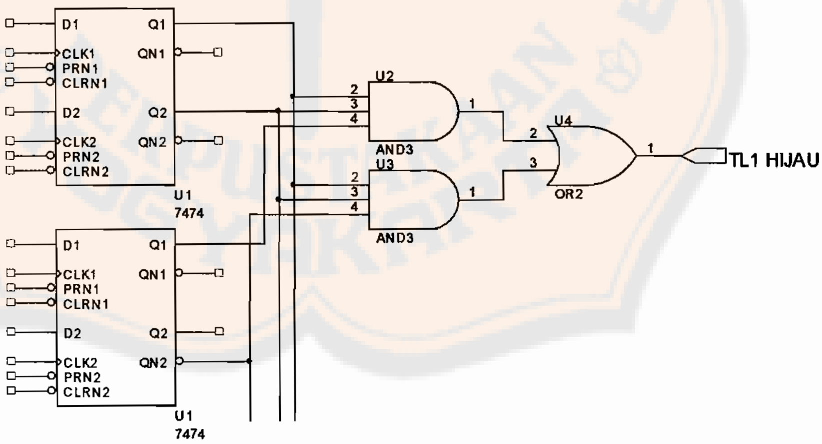
$= \overline{p}$



Gambar 3.26 : Rangkaian logika untuk kondisi traffic light I (Merah)

f. Implementasi fungsi logis kondisi traffic light I (Hijau) pada rangkaian traffic light.

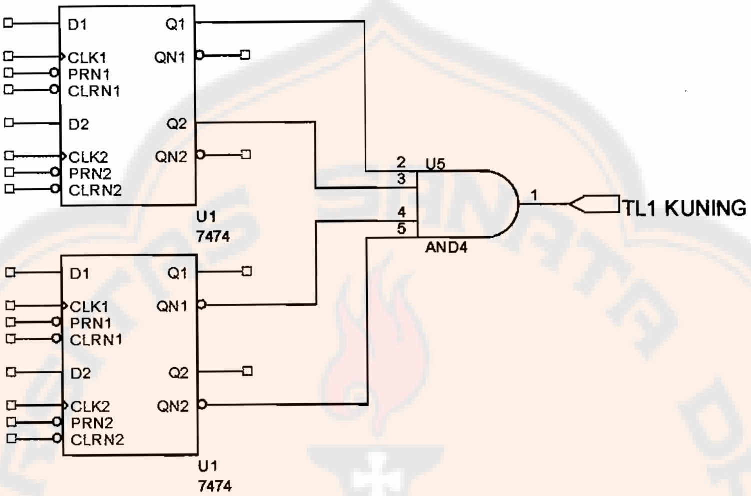
$= p.q.r + p.q.\overline{s}$



Gambar 3.27 : Rangkaian logika untuk kondisi traffic light I (Hijau)

g. Implementasi fungsi logis kondisi traffic light I (Kuning) pada rangkaian traffic light.

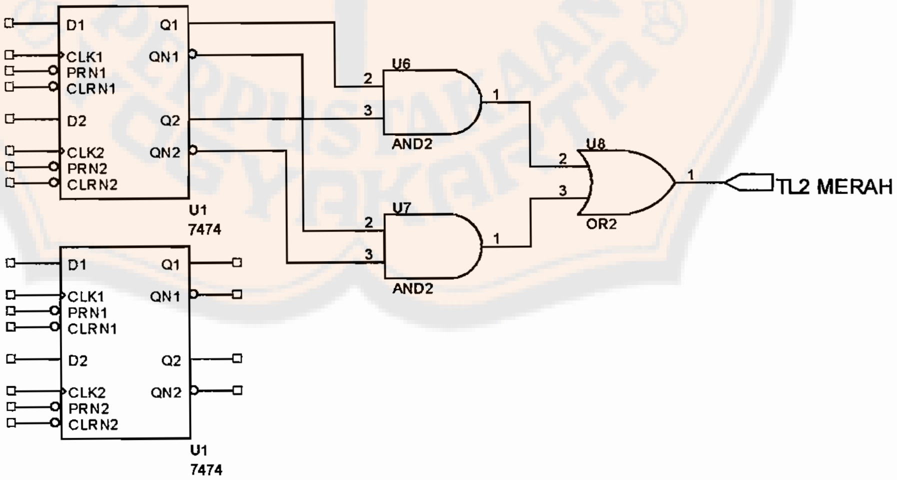
$= p.q.\bar{r}.s$



Gambar 3.28 : Rangkaian logika untuk kondisi traffic light I (Kuning)

h. Implementasi fungsi logis kondisi traffic light II (Merah) pada rangkaian traffic light.

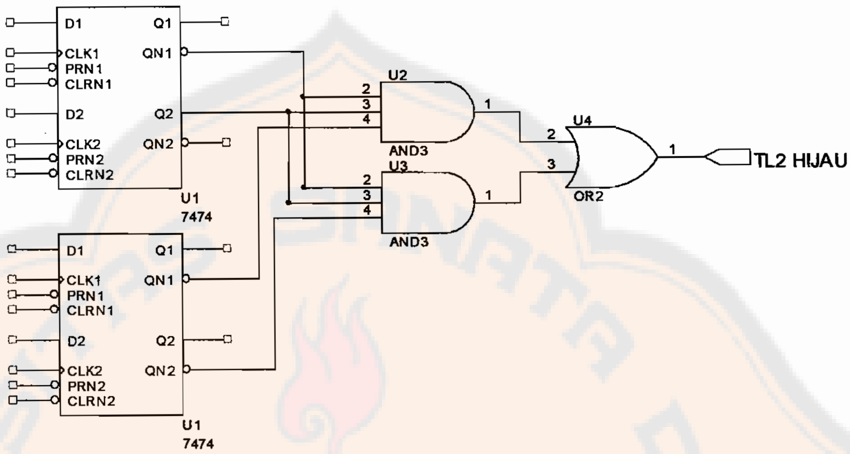
$= \bar{p}.\bar{q} + p.q$



Gambar 3.29 : Rangkaian logika untuk kondisit traffic light II (Merah)

i. **Implementasi fungsi logis kondisi traffic light II (Hijau) pada rangkaian traffic light.**

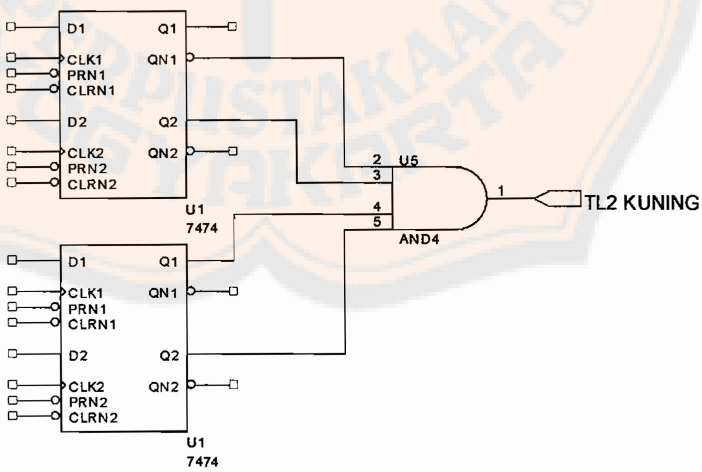
$= \overline{p}.q.\overline{r} + \overline{p}.q.\overline{s}$



Gambar 3.30 : Rangkaian logika untuk kondisi trafficl light II (Hijau)

j. **Implementasi fungsi logis kondisi traffic light II (Kuning) pada rangkaian traffic light.**

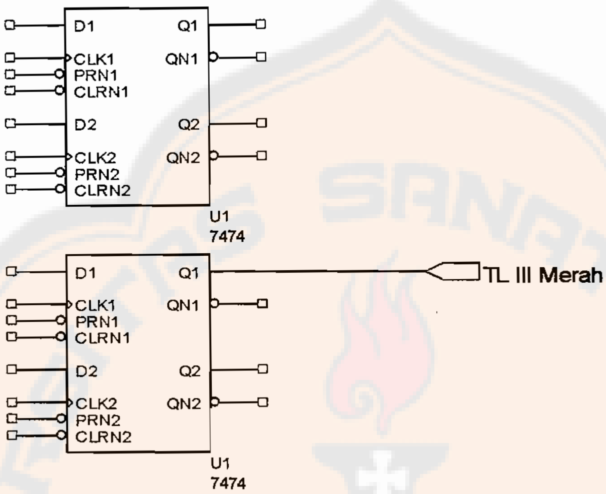
$= \overline{p}.q.r.s$



Gambar 3.31 : Rangkaian logika untuk kondisi traffic light II (Kuning)

k. Implementasi fungsi logis kondisi traffic light III (Merah) pada rangkaian traffic light.

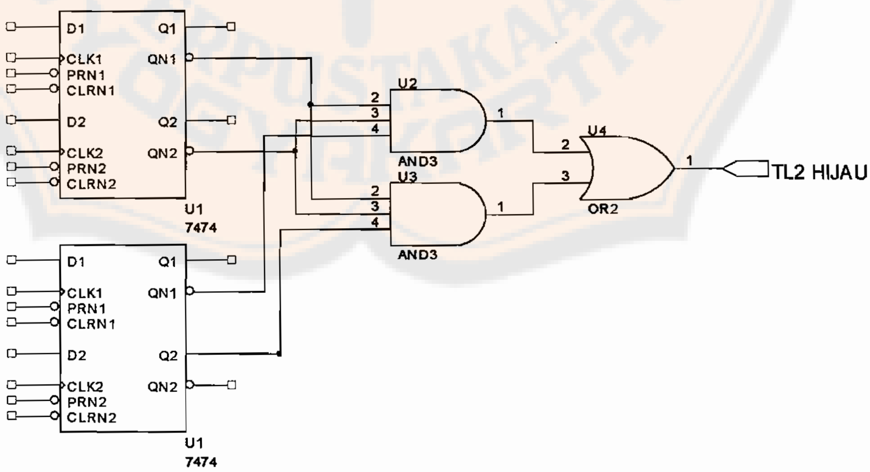
$= q$



Gambar 3.32 : Rangkaian logika untuk kondisi traffic light III (Merah)

l. Implementasi fungsi logis kondisi traffic light III (Hijau) pada rangkaian traffic light.

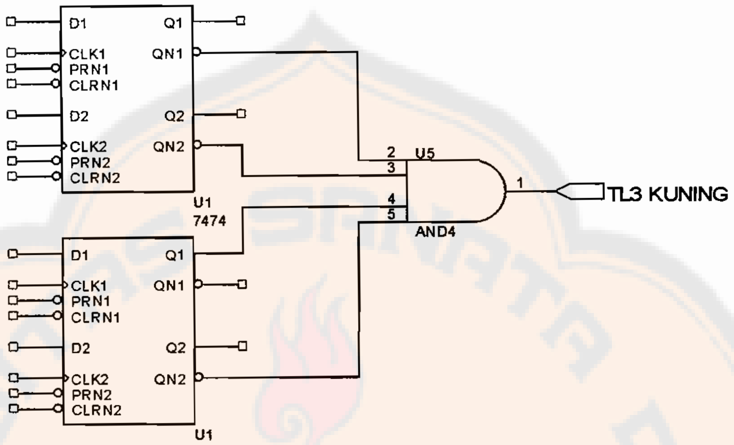
$= \bar{p}.\bar{q}.\bar{r} + \bar{p}.\bar{q}.s$



Gambar 3.33 : Rangkaian logika untuk kondisi traffic light III (Hijau)

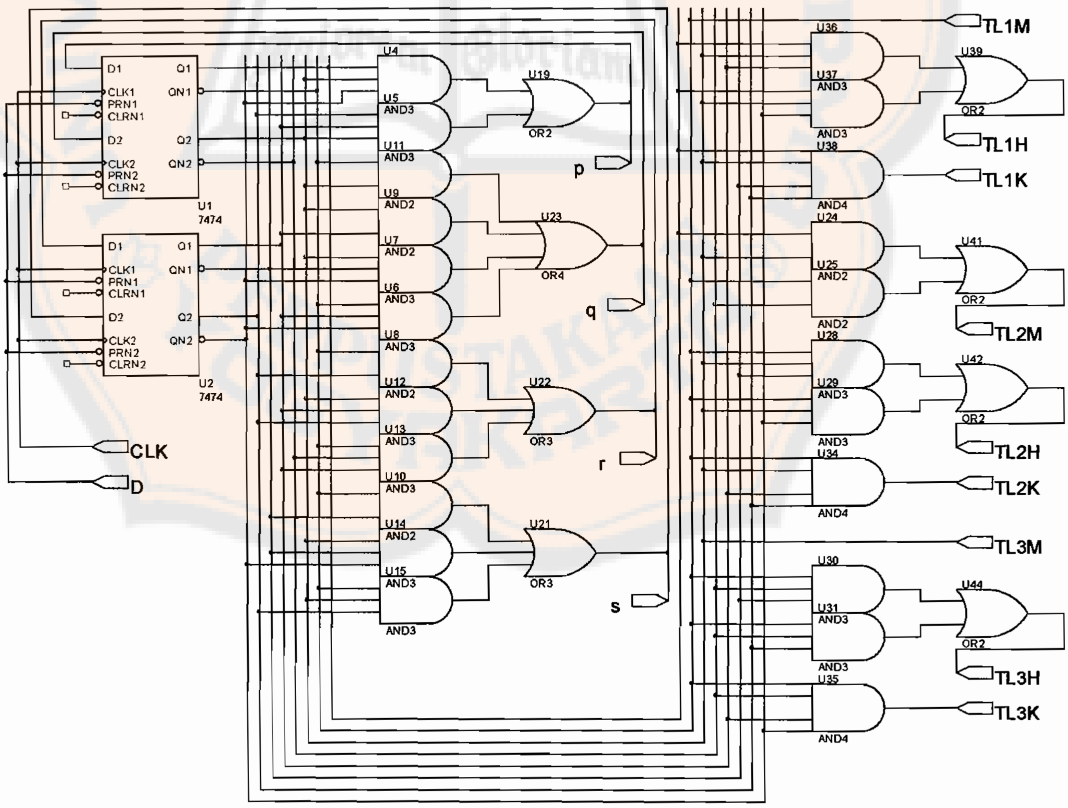
m. **Implementasi fungsi logis kondisi traffic light III (Kuning) pada rangkaian traffic light.**

$= \overline{p}.\overline{q}.r.\overline{s}$



Gambar 3.34 : Rangkaian logika untuk kondisi traffic light III (Kuning)

Semua rangkaian di atas jika digabung menjadi satu kesatuan rangkaian seperti pada gambar 4.29 di bawah ini:



Gambar 3.35 : Rangkaian logika untuk kondisi traffic light tiga jalur.

BAB IV

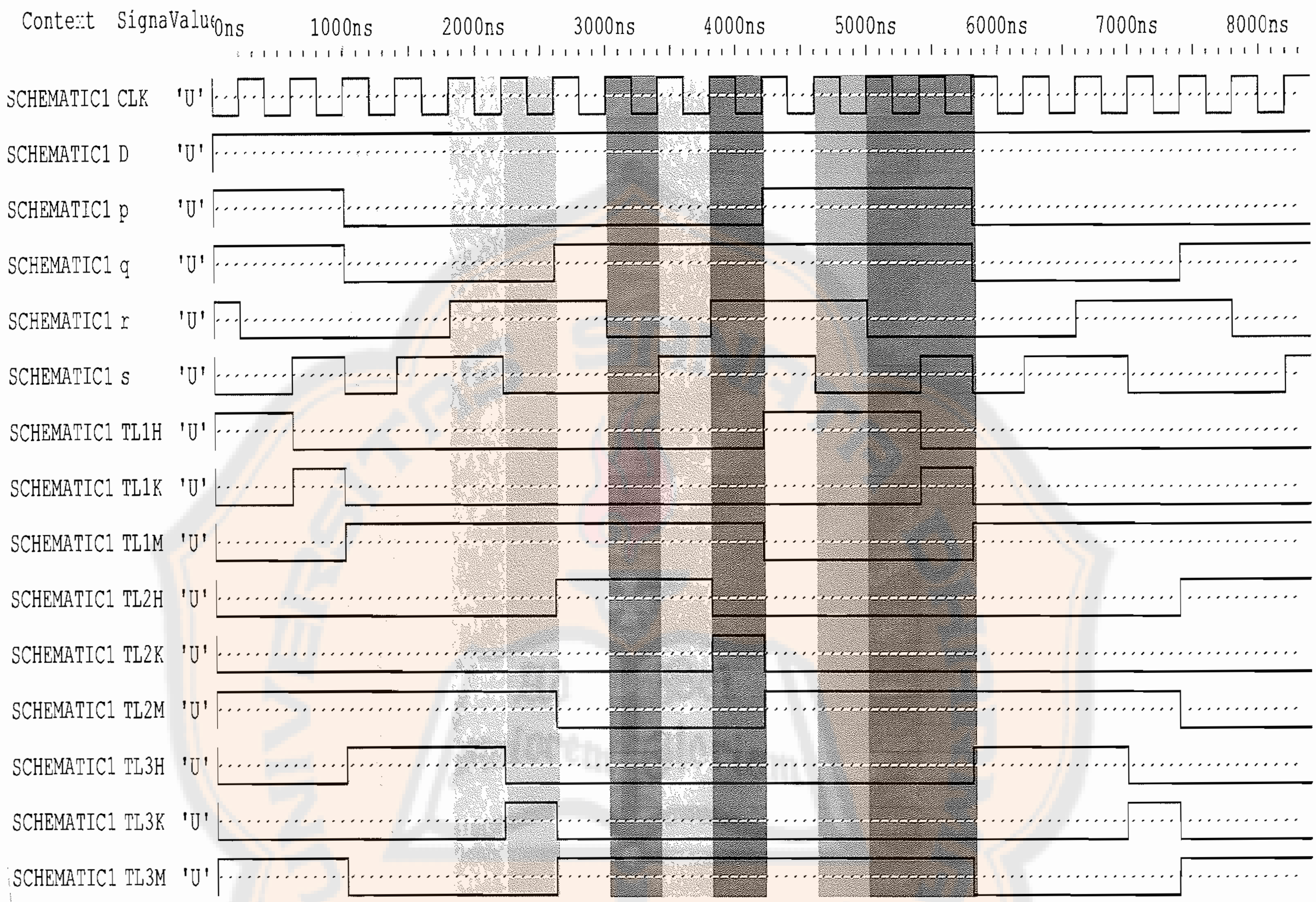
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV ini, penulis akan menguji hasil rancangan rangkaian traffic light tiga jalur dengan menggunakan program Orcad dan alat peraga. Data yang diambil pada saat uji coba alat peraga adalah kesesuaian alat peraga traffic light tiga jalur dengan tabel kebenaran traffic light tiga jalur yang telah dibuat sebelumnya dan data alur transportasi apa yang terjadi saat itu.

A. Pengujian Rancangan Rangkaian Traffic Light Tiga Jalur Dengan Menggunakan Program Orcad.

Program Orcad adalah salah satu program pada komputer yang biasa digunakan untuk membuat suatu rancangan sekaligus menguji hasil rancangan tersebut, apakah dapat berjalan sesuai keinginan atau tidak.

Setelah pembuatan rancangan rangkaian traffic light tiga jalur dengan menggunakan program Orcad telah jadi, maka langkah selanjutnya adalah mensimulasikan rancangan rangkaian tersebut dengan program Orcad juga. Kemudian hasil simulasi dicocokkan dengan tabel kebenaran apakah hasil simulasinya sama dengan tabel kebenaran yang telah dibuat. Hasil simulasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.1 : Hasil simulasi rancangan rangkaian traffic light tiga jaiur.

Keterangan: 1 detak (clock) diwakili oleh satu warna.

Gambar 4.1 merupakan hasil simulasi dari kerja rangkaian traffic light tiga jalur. Hasil simulasi di atas memperlihatkan kondisi keluaran dari variabel p, q, r, dan s, serta hasil kondisi keluaran untuk traffic light tiga jalur. Untuk mengubah kondisi keluaran dipengaruhi oleh detak (clock), setiap terjadi 1 detak memberikan kondisi keluaran yang berbeda sesuai dengan perancangan yang kita inginkan, perhatikan tabel 4.1. Pada hasil simulasi di atas, puncak pulsa menunjukkan kondisi tinggi (1) akan menyebabkan lampu pada rangkaian menyala dan lembah pulsa menyatakan kondisi rendah (0) akan menyebabkan lampu pada rangkaian tidak hidup atau mati.

Cara membaca hasil simulasi pada gambar di atas:

1. **Hasil simulasi kondisi keluaran pqrs.**

   Lihat pada hasil simulasi kondisi *p,q,r, dan s*, ketika mendapat 1 detak maka kondisi *pqrs* akan berubah. Berdasarkan hasil simulasi dapat kita tulis perubahan kondisi adalah sebagai berikut = 0000, 0001, 0011, 0010, 0110, 0100, 0101, 0111, 1111, 1110, 1100, 1101. Dengan demikian hasil perancangan dibuat dengan hasil simulasi sama.

2. **Hasil simulasi kondisi keluaran .**

   a. Perhatikan gambar simulasi di atas yang berwarna biru muda, ketika kondisi *pqrs* = 0000, terlihat keluaran yang menyatakan kondisi tinggi (hidup) adalah traffic light I merah, traffic light II merah dan traffic light III hijau.

   b. Perhatikan gambar simulasi di atas yang berwarna kuning muda, ketika kondisi *pqrs* = 0001, terlihat keluaran yang menyatakan kondisi tinggi (hidup) adalah traffic light I merah, traffic light II merah dan traffic light III hijau.

   c. Perhatikan gambar simulasi di atas yang berwarna hijau muda, ketika kondisi *pqrs* = 0011, terlihat keluaran yang menyatakan kondisi tinggi (hidup) adalah traffic light I merah, traffic light II merah dan traffic light III hijau.

d. Perhatikan gambar simulasi di atas yang berwarna oranye, ketika kondisi *pqrs* = 0010, terlihat kondisi yang menyatakan kondisi tinggi (hidup) adalah traffic light I merah, traffic light II merah, dan traffic light III kuning.

e. Perhatikan gambar simulasi di atas yang berwarna putih, ketika kondisi *pqrs* = 0110, terlihat kondisi yang menyatakan kondisi tinggi (hidup) adalah traffic light I merah, traffic light II hijau, dan traffic light III merah.

f. Perhatikan gambar simulasi di atas yang berwarna merah muda, ketika kondisi *pqrs* = 0100, terlihat kondisi yang menyatakan kondisi tinggi (hidup) adalah traffic light I merah, traffic light II hijau, dan traffic light III merah.

g. Perhatikan gambar simulasi di atas yang berwarna abu-abu, ketika kondisi *pqrs* = 0101, terlihat kondisi yang menyatakan kondisi tinggi (hidup) adalah traffic light I merah, traffic light II hijau, dan traffic light III marah.

h. Perhatikan gambar simulasi di atas yang berwarna biru tua, ketika kondisi *pqrs* = 0111, terlihat kondisi yang menyatakan kondisi tinggi (hidup) adalah traffic light I merah, traffic light II kuning, dan traffic light III merah.

i. Perhatikan gambar simulasi di atas yang berwarna kuning tua, ketika kondisi *pqrs* = 1111, terlihat kondisi yang menyatakan kondisi tinggi (hidup) adalah traffic light I hijau, traffic light II merah, dan traffic light III merah.

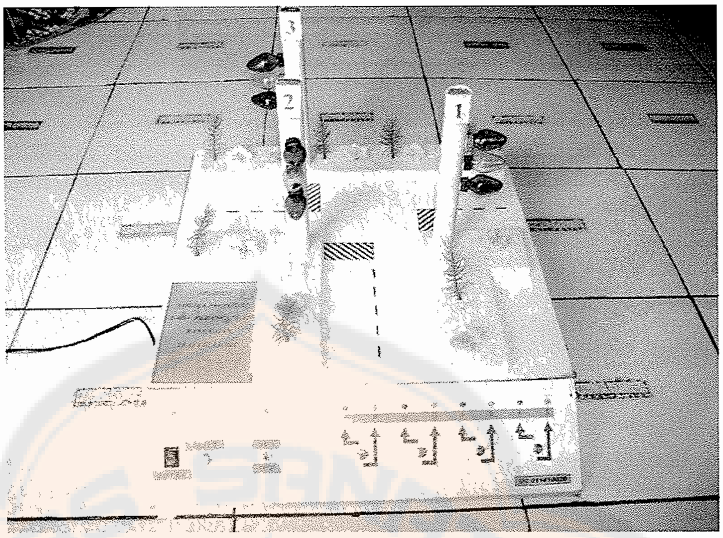
j. Perhatikan gambar simulasi di atas yang berwarna hijau tua, ketika kondisi *pqrs* = 1110, terlihat kondisi yang menyatakan kondisi tinggi (hidup) adalah traffic light I hijau, traffic light II merah, dan traffic light III merah.

k. Perhatikan gambar simulasi di atas yang berwarna ungu, ketika kondisi *pqrs* = 1100, terlihat kondisi yang menyatakan kondisi tinggi (hidup) adalah traffic light I hijau, traffic light II merah, dan traffic light III merah.

l. Perhatikan gambar simulasi yang berwarna merah, ketika kondisi *pqrs* = 1101, terlihat kondisi yang menyatakan kondisi tinggi (hidup) adalah traffic light I hijau, traffic light II merah, dan traffic light III merah.

B. Pengujian Rancangan Rangkaian Traffic Light Tiga Jalur Dengan Menggunakan Alat Peraga.

Setelah rancangan rangkaian traffic light tiga jalur sudah jadi, langkah selanjutnya adalah mengimplementasikannya ke dalam alat peraga. Gambar alat peraga dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 4.2 : Alat peraga traffic light tiga jalur

Untuk dapat melihat apakah implementasi hasil rancangan rangkaian traffic light tiga jalur pada alat peraga dapat berjalan sesuai keinginan penulis atau tidak (lihat tabel 4.1 : Tabel kebenaran untuk kondisi), maka pengujian alat peraga dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menyalakan tombol lampu variabel p,q,r,s sesuai dengan tabel 4.1.
2. Melihat hasil keluaran pada alat peraga.
3. Kesimpulan.

Tabel 4.1 : Tabel kebenaran untuk kondisi traffic light tiga jalur

Kondisi				I			II			III		
p	*q*	*r*	*s*	Mrh	Hju	Kng	Mrh	Hju	Kng	Mrh	Hju	Kng
0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0

0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0

Data di bawah ini adalah data setiap kejadian pada alat peraga yang dicatat oleh penulis ketika melakukan uji coba alat peraga.

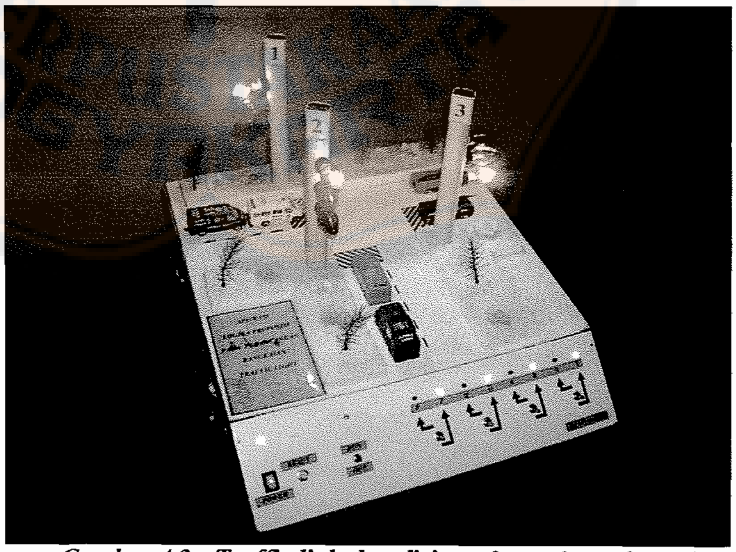
a. Uji coba kejadian pertama

1) Nyalakan tombol lampu variabel p,q,r,s sesuai dengan tabel 4.2 yaitu tombol lampu variabel p = 0, tombol lampu variabel q = 0, tombol lampu variabel r = 0, dan tombol lampu variabel s = 0.

2) Melihat hasil keluaran pada alat peraga.

Lampu yang menyala pada traffic light I adalah lampu merah, traffic light II adalah lampu merah dan traffic light III adalah lampu hijau.

Perhatikan gambar di bawah ini:



Gambar 4.3 : Traffic light kondisi p = 0, q = 0, r = 0, s = 0

3) Kesimpulan.

Lampu yang menyala saat uji coba alat peraga sesuai dengan tabel kebenaran traffic light tiga jalur yang telah dibuat sebelumnya.

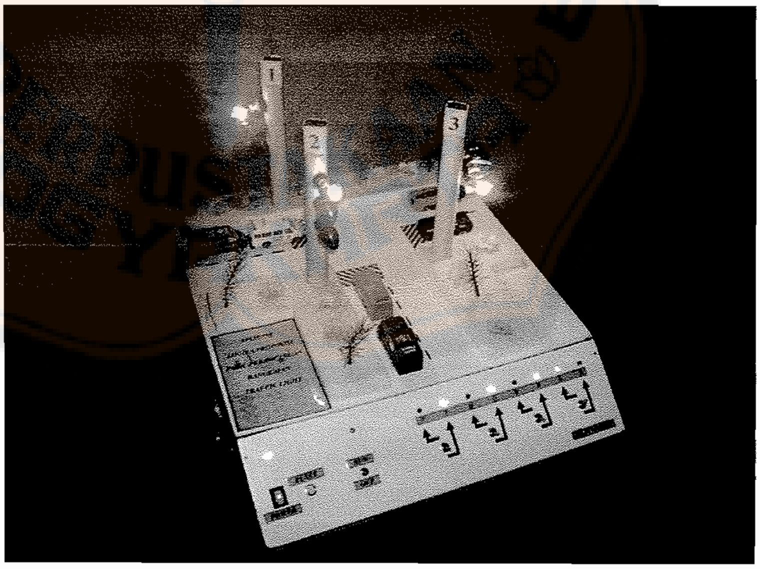
b. Uji coba kejadian kedua

1) Nyalakan tombol lampu variabel p,q,r,s sesuai dengan tabel 4.2 yaitu tombol lampu variabel p = 0, tombol lampu variabel q = 0, tombol lampu variabel r = 0, dan tombol lampu variabel s = 1.

2) Melihat hasil keluaran pada alat peraga.

Lampu yang menyala pada traffic light I adalah lampu merah, traffic light II adalah lampu merah dan traffic light III adalah lampu hijau.

Perhatikan gambar di bawah ini:



Gambar 4.4 : Traffic light kondisi p = 0, q = 0, r = 0, s = 1

3) Kesimpulan.

Lampu yang menyala saat uji coba alat peraga sesuai dengan tabel kebenaran traffic light tiga jalur yang telah dibuat sebelumnya.

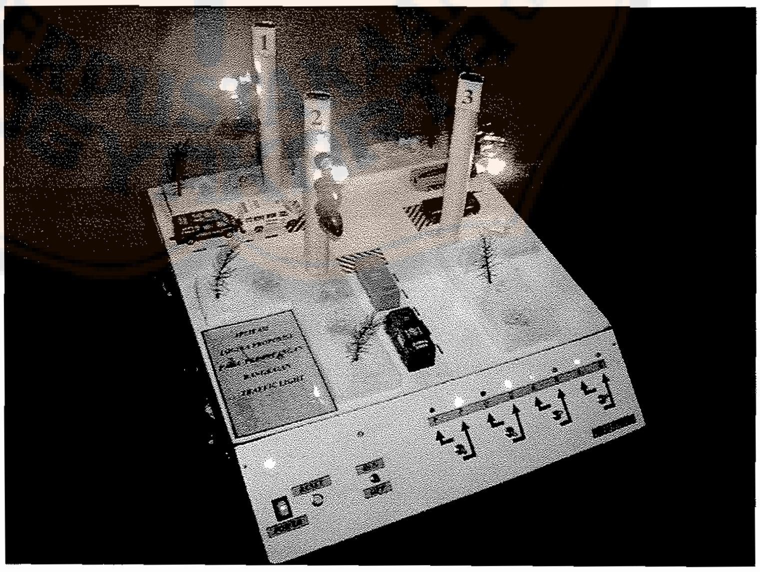
c. Uji coba kejadian ketiga

1) Nyalakan tombol lampu variabel p,q,r,s sesuai dengan tabel 4.2 yaitu tombol lampu variabel p = 0, tombol lampu variabel q = 0, tombol lampu variabel r = 1, dan tombol lampu variabel s = 1.

2) Melihat hasil keluaran pada alat peraga.

Lampu yang menyala pada traffic light I adalah lampu merah, traffic light II adalah lampu merah dan traffic light III adalah lampu hijau.

Perhatikan gambar di bawah ini:



Gambar 4.5 : Traffic light kondisi p = 0, q = 0, r = 1, s = 1

3) Kesimpulan.

Lampu yang menyala saat uji coba alat peraga sesuai dengan tabel kebenaran traffic light tiga jalur yang telah dibuat sebelumnya.

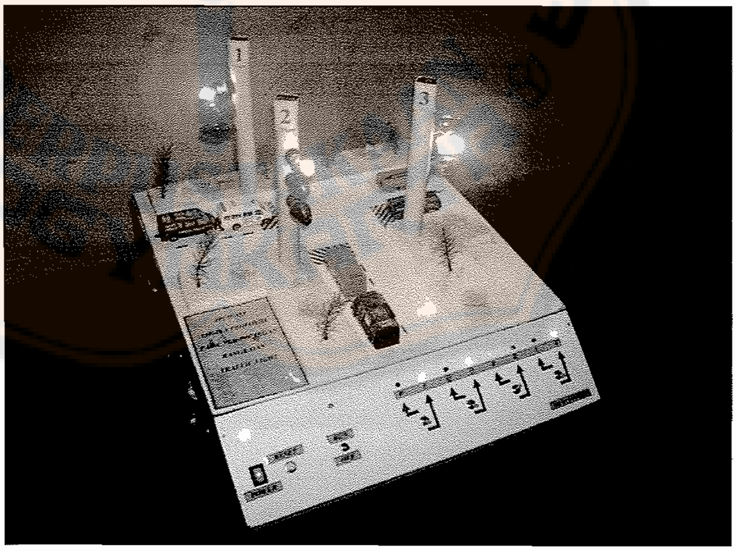
d. Uji coba kejadian keempat

1) Nyalakan tombol lampu variabel p,q,r,s sesuai dengan tabel 4.2 yaitu tombol lampu variabel p = 0, tombol lampu variabel q = 0, tombol lampu variabel r = 1, dan tombol lampu variabel s = 0.

2) Melihat hasil keluaran pada alat peraga.

Lampu yang menyala pada traffic light I adalah lampu merah, traffic light II adalah lampu merah dan traffic light III adalah lampu kuning.

Perhatikan gambar di bawah ini:



Gambar 4.6 : Traffic light kondisi p = 0, q = 0, r = 1, s = 0

3) Kesimpulan.

Lampu yang menyala saat uji coba alat peraga sesuai dengan tabel kebenaran traffic light tiga jalur yang telah dibuat sebelumnya.

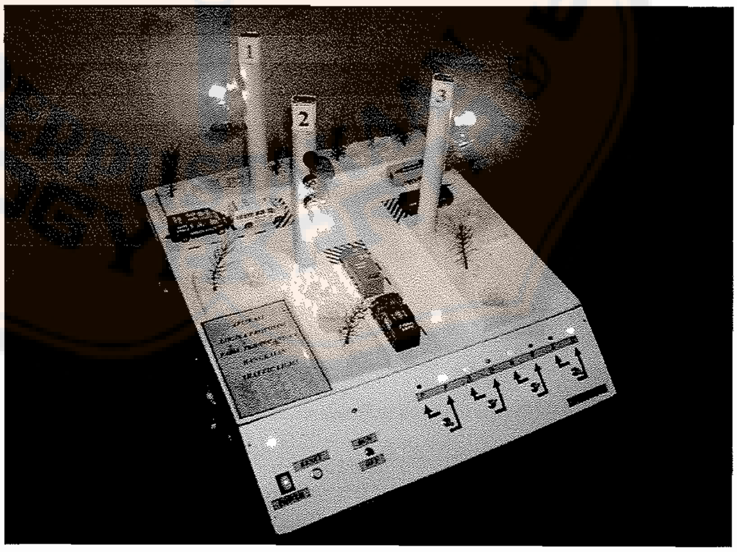
e. Uji coba kejadian kelima

1) Nyalakan tombol lampu variabel p,q,r,s sesuai dengan tabel 4.2 yaitu tombol lampu variabel p = 0, tombol lampu variabel q = 1, tombol lampu variabel r = 1, dan tombol lampu variabel s = 0.

2) Melihat hasil keluaran pada alat peraga.

Lampu yang menyala pada traffic light I adalah lampu merah, traffic light II adalah lampu hijau dan traffic light III adalah lampu merah.

Perhatikan gambar di bawah ini:



Gambar 4.7 : Traffic light kondisi p = 0, q = 1, r = 1, s = 0

3) Kesimpulan.

Lampu yang menyala saat uji coba alat peraga sesuai dengan tabel kebenaran traffic light tiga jalur yang telah dibuat sebelumnya.

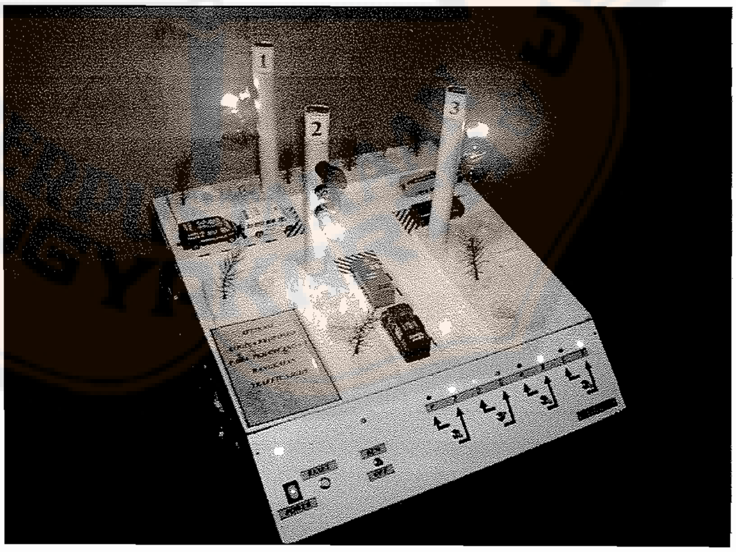
f. Uji coba kejadian keenam

1) Nyalakan tombol lampu variabel p,q,r,s sesuai dengan tabel 4.2 yaitu tombol lampu variabel p = 0, tombol lampu variabel q = 1, tombol lampu variabel r = 0, dan tombol lampu variabel s = 0.

2) Melihat hasil keluaran pada alat peraga.

Lampu yang menyala pada traffic light I adalah lampu merah, traffic light II adalah lampu hijau dan traffic light III adalah lampu merah.

Perhatikan gambar di bawah ini:



Gambar 4.8 : Traffic light kondisi p = 0, q = 1, r = 0, s = 0

3) Kesimpulan.

Lampu yang menyala saat uji coba alat peraga sesuai dengan tabel kebenaran traffic light tiga jalur yang telah dibuat sebelumnya.

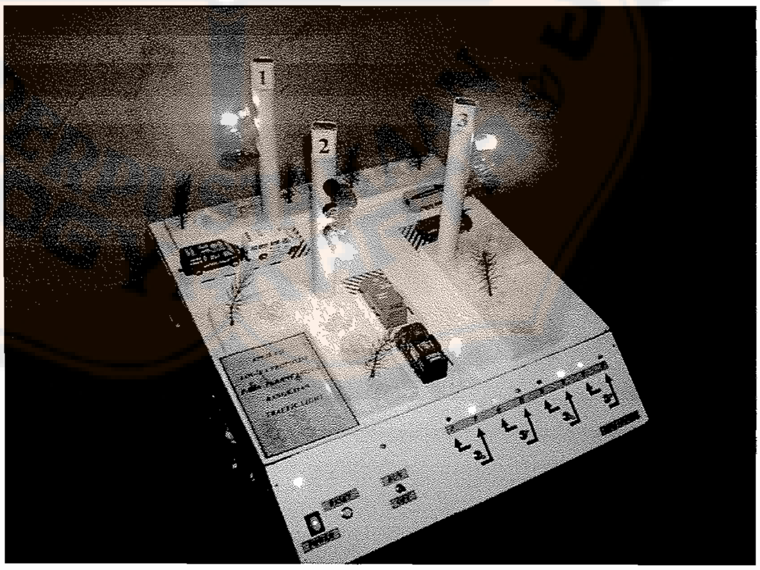
g. Uji coba kejadian ketujuh

1) Nyalakan tombol lampu variabel p,q,r,s sesuai dengan tabel 4.2 yaitu tombol lampu variabel p = 0, tombol lampu variabel q = 1, tombol lampu variabel r = 0, dan tombol lampu variabel s = 1.

2) Melihat hasil keluaran pada alat peraga.

Lampu yang menyala pada traffic light I adalah lampu merah, traffic light II adalah lampu hijau dan traffic light III adalah lampu merah.

Perhatikan gambar di bawah ini:



Gambar 4.9 : Traffic light kondisi p = 0, q = 1, r = 0, s = 1

3) Kesimpulan.

Lampu yang menyala saat uji coba alat peraga sesuai dengan tabel kebenaran traffic light tiga jalur yang telah dibuat sebelumnya

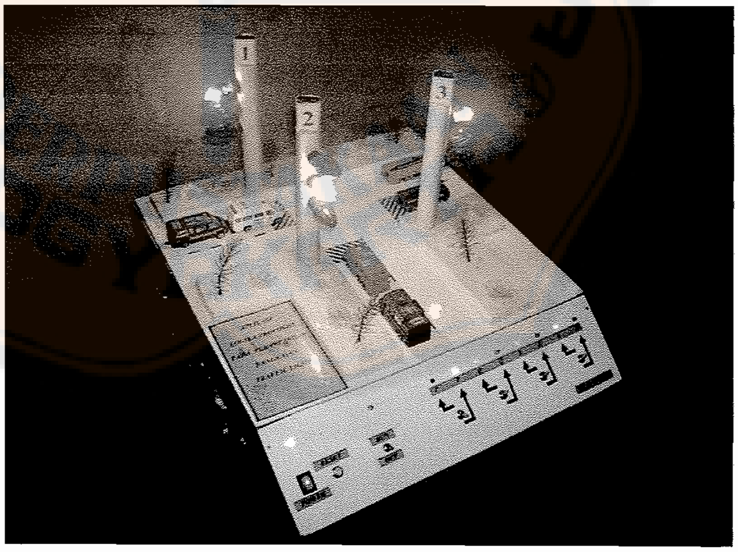
h. Uji coba kejadian kedelapan

1) Nyalakan tombol lampu variabel p,q,r,s sesuai dengan tabel 4.2 yaitu tombol lampu variabel p = 0, tombol lampu variabel q = 1, tombol lampu variabel r = 1, dan tombol lampu variabel s = 1.

2) Melihat hasil keluaran pada alat peraga.

Lampu yang menyala pada traffic light I adalah lampu merah, traffic light II adalah lampu kuning dan traffic light III adalah lampu merah.

Perhatikan gambar di bawah ini:



Gambar 4.10 : Traffic light kondisi p = 0, q = 1, r = 1, s =1

3) Kesimpulan.

Lampu yang menyala saat uji coba alat peraga sesuai dengan tabel kebenaran traffic light tiga jalur yang telah dibuat sebelumnya.

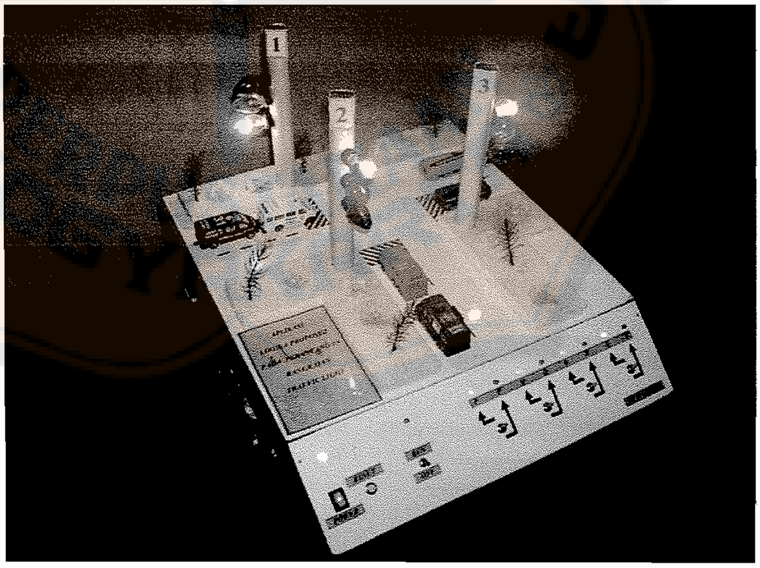
i. Uji coba kejadian kesembilan

1) Nyalakan tombol lampu variabel p,q,r,s sesuai dengan tabel 4.2 yaitu tombol lampu variabel p = 1, tombol lampu variabel q = 1, tombol lampu variabel r = 1, dan tombol lampu variabel s = 1.

2) Melihat hasil keluaran pada alat peraga.

Lampu yang menyala pada traffic light I adalah lampu hijau, traffic light II adalah lampu merah dan traffic light III adalah lampu merah.

Perhatikan gambar di bawah ini:



Gambar 4.11 : Traffic light kondisi p = 1, q = 1, r = 1, s =1

3) Kesimpulan.

Lampu yang menyala saat uji coba alat peraga sesuai dengan tabel kebenaran traffic light tiga jalur yang telah dibuat sebelumnya.

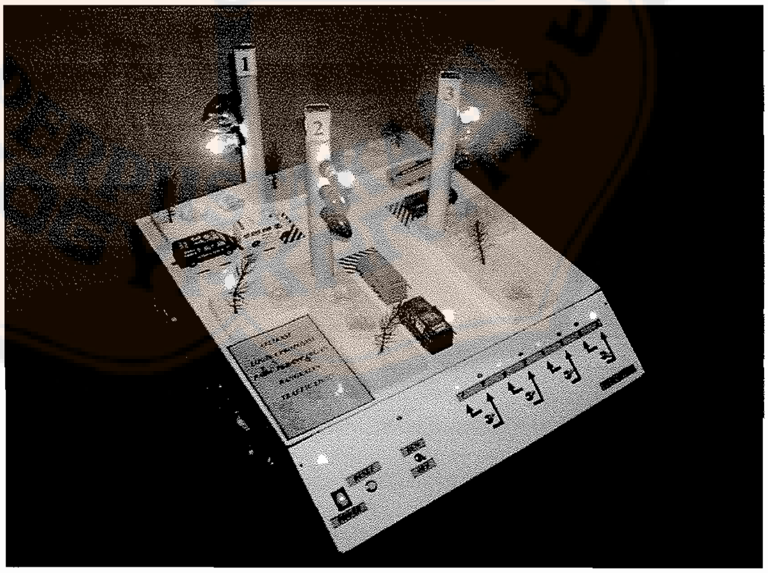
j. Uji coba kejadian kesepuluh

1) Nyalakan tombol lampu variabel p,q,r,s sesuai dengan tabel 4.2 yaitu tombol lampu variabel p = 1, tombol lampu variabel q = 1, tombol lampu variabel r = 1, dan tombol lampu variabel s = 0.

2) Melihat hasil keluaran pada alat peraga.

Lampu yang menyala pada traffic light I adalah lampu hijau, traffic light II adalah lampu merah dan traffic light III adalah lampu merah.

Perhatikan gambar di bawah ini:



Gambar 4.12 : Traffic light kondisi p = 1, q = 1, r = 1, s =0

3) Kesimpulan.

Lampu yang menyala saat uji coba alat peraga sesuai dengan tabel kebenaran traffic light tiga jalur yang telah dibuat sebelumnya.

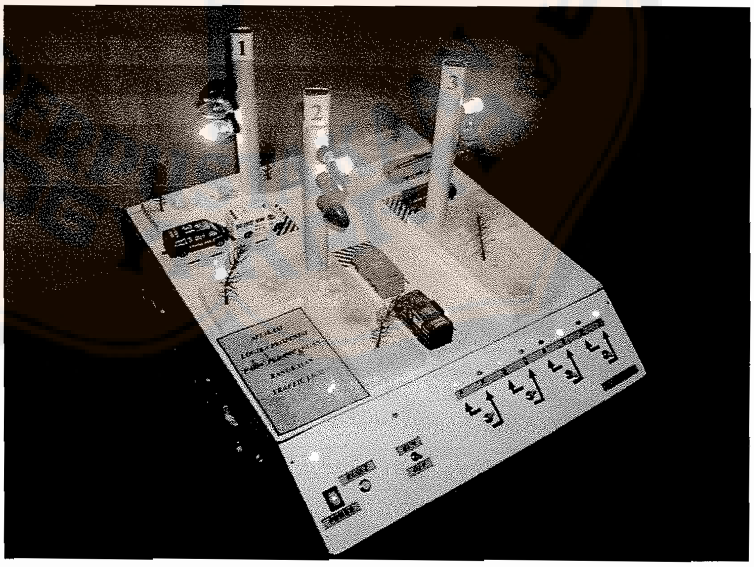
k. Uji coba kejadian kesebelas

1) Nyalakan tombol lampu variabel p,q,r,s sesuai dengan tabel 4.2 yaitu tombol lampu variabel p = 1, tombol lampu variabel q = 1, tombol lampu variabel r = 0, dan tombol lampu variabel s = 0.

2) Melihat hasil keluaran pada alat peraga.

Lampu yang menyala pada traffic light I adalah lampu hijau, traffic light II adalah lampu merah dan traffic light III adalah lampu merah.

Perhatikan gambar di bawah ini:



Gambar 4.13 : Traffic light kondisi p = 1, q = 1, r = 0, s =0

3) Kesimpulan.

Lampu yang menyala saat uji coba alat peraga sesuai dengan tabel kebenaran traffic light tiga jalur yang telah dibuat sebelumnya.

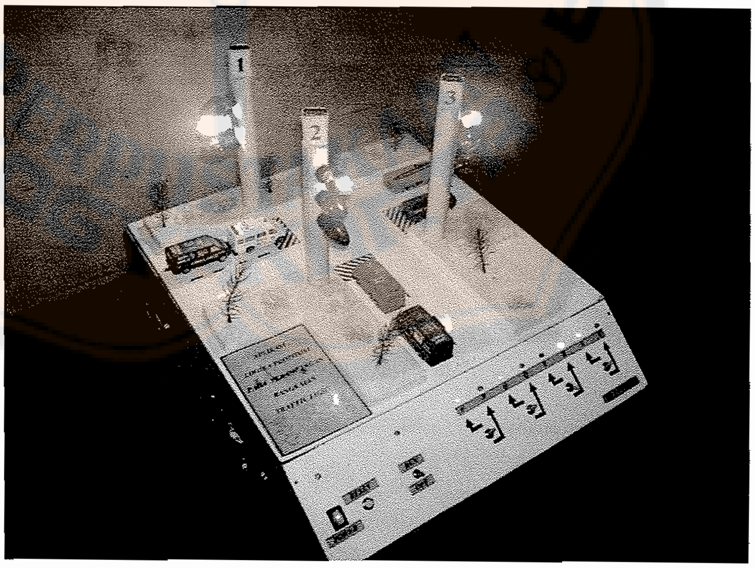
l. Uji coba kejadian keduabelas

1) Nyalakan tombol lampu variabel p,q,r,s sesuai dengan tabel 4.2 yaitu tombol lampu variabel p = 1, tombol lampu variabel q = 1, tombol lampu variabel r = 0, dan tombol lampu variabel s = 1.

2) Melihat hasil keluaran pada alat peraga.

Lampu yang menyala pada traffic light I adalah lampu kuning, traffic light II adalah lampu merah dan traffic light III adalah lampu merah.

Perhatikan gambar di bawah ini:



Gambar 4.14 : Traffic light kondisi p = 1, q = 1, r = 0, s =1

3) Kesimpulan.

Lampu yang menyala saat uji coba alat peraga sesuai dengan tabel kebenaran traffic light tiga jalur yang telah dibuat sebelumnya.

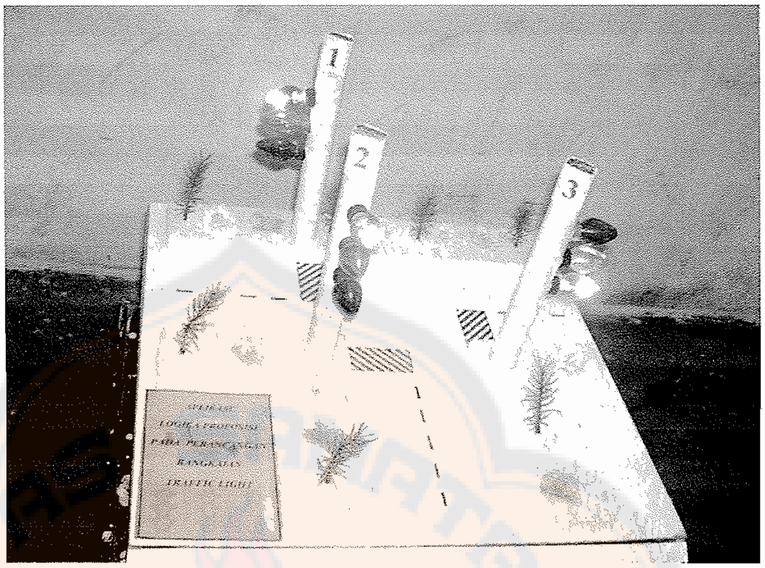
C. Proses Alur Transportasi yang Terjadi

Pada uji coba alat peraga traffic light tiga jalur ini, selain mengamati kesamaan hasil keluaran lampu yang menyala sama dengan tabel kebenaran traffic light tiga jalur, penulis juga mengamati kejadian alur transportasi apa yang terjadi saat itu.

Hasil pengamatan kejadian alur transportasi yang terjadi adalah sebagai berikut:

1. Alur transportasi kejadian pertama, kejadian kedua dan kejadian ketiga.

Pada saat uji coba kejadian pertama, kejadian kedua dan kejadian ketiga data yang dihasilkan adalah sama yaitu lampu yang menyala pada traffic light I adalah lampu merah, traffic light II adalah lampu merah dan traffic light III adalah lampu hijau. Perhatikan gambar di bawah ini:

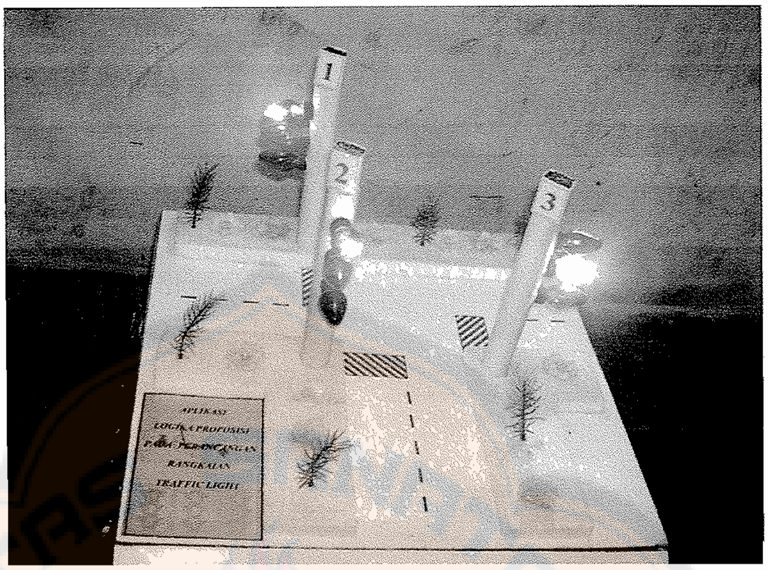


Gambar 4.15 : Traffic light kondisi TL1 merah, TL2 merah, TL3 hijau

Artinya alur transportasi yang terjadi saat itu adalah semua pengemudi kendaraan yang berada pada jalur I dan II dilarang menjalankan kendaraannya dan harus berhenti, sedangkan semua pengemudi kendaraan yang berada pada jalur III diharuskan menjalankan kendaraannya.

2. Alur transportasi kejadian keempat.

Pada saat uji coba kejadian keempat data yang dihasilkan yaitu lampu yang menyala pada traffic light I adalah lampu merah, traffic light II adalah lampu merah dan traffic light III adalah lampu kuning. Perhatikan gambar di bawah ini:

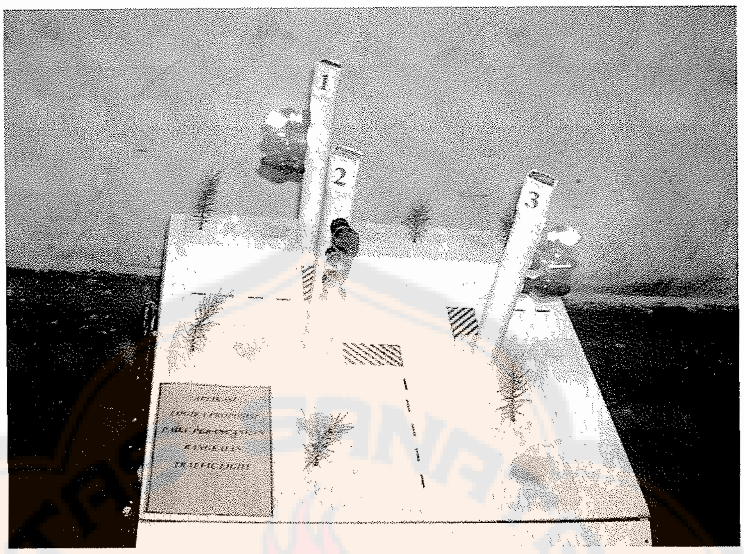


Gambar 4.16 : Traffic light kondisi TL1 merah, TL2 merah, TL3 kuning

Artinya alur transportasi yang terjadi saat itu adalah semua pengemudi kendaraan yang berada pada jalur I dan II dilarang menjalankan kendaraannya dan harus berhenti, sedangkan semua pengemudi kendaraan yang berada pada jalur III diharapkan untuk berhati-hati dan siap-siap menjalankan kendaraannya, akan tetapi kendaraan masih belum boleh berjalan.

3. **Alur transportasi kejadian kelima, kejadian keenam, dan kejadian ketujuh.**

Pada saat uji coba kejadian kelima, kejadian keenam, dan kejadian ketujuh data yang dihasilkan adalah sama yaitu lampu yang menyala pada traffic light I adalah lampu merah, traffic light II adalah lampu hijau dan traffic light III adalah lampu merah. Perhatikan gambar di bawah ini:

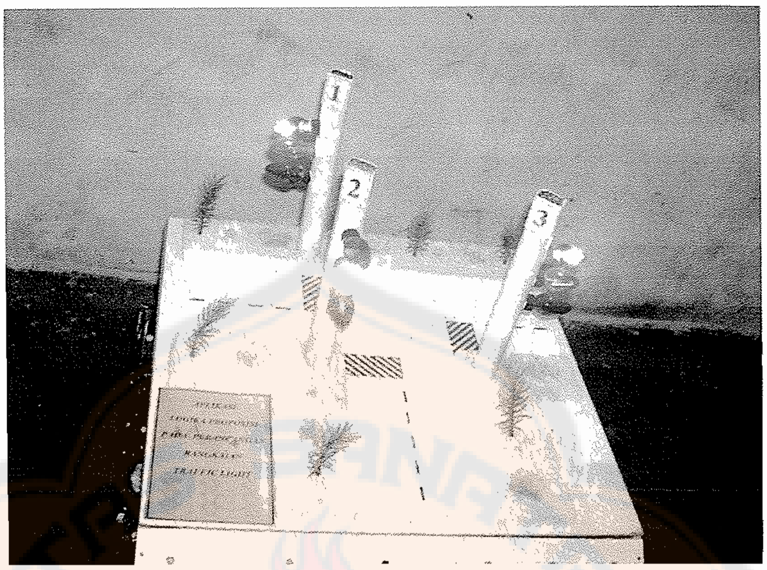


Gambar 4.17 : Traffic light kondisi TL1 merah, TL2 hijau, TL3 merah

Artinya alur transportasi yang terjadi saat itu adalah semua pengemudi kendaraan yang berada pada jalur I dan III dilarang menjalankan kendaraannya dan harus berhenti, sedangkan semua pengemudi kendaraan yang berada pada jalur II diharuskan menjalankan kendaraannya.

4. Alur transportasi kejadian kedelapan.

Pada saat uji coba kejadian kedelapan data yang dihasilkan yaitu lampu yang menyala pada traffic light I adalah lampu merah, traffic light II adalah lampu kuning dan traffic light III adalah lampu merah. Perhatikan gambar di bawah ini:

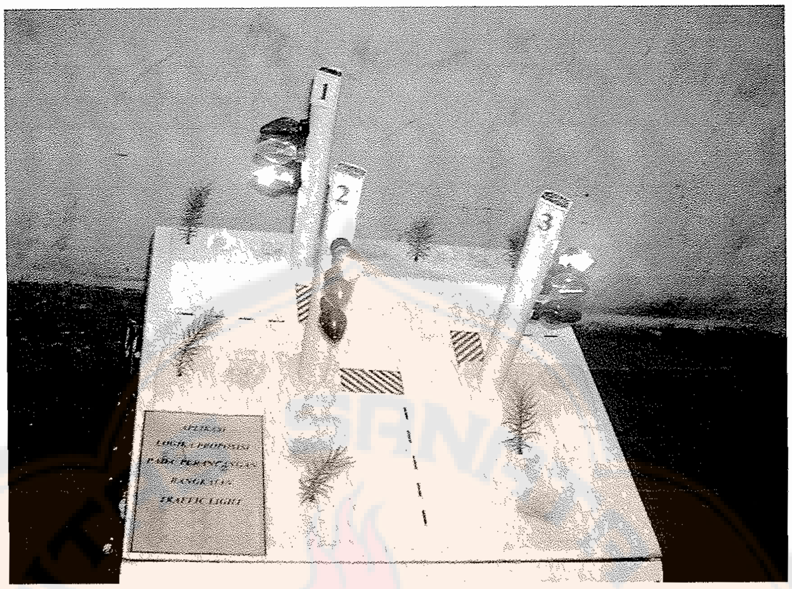


Gambar 4.18 : Traffic light kondisi TL1 merah, TL2 kuning, TL3 merah

Artinya alur transportasi yang terjadi saat itu adalah semua pengemudi kendaraan yang berada pada jalur I dan III dilarang menjalankan kendaraannya dan harus berhenti, sedangkan semua pengemudi kendaraan yang berada pada jalur II diharapkan untuk berhati-hati dan siap-siap menjalankan kendaraannya, akan tetapi kendaraan masih belum boleh berjalan.

5. Alur transportasi kejadian kesembilan, kejadian kesepuluh dan kejadian kesebelas.

Pada saat uji coba kejadian kesembilan, kejadian kesepuluh dan kejadian kesebelas data yang dihasilkan adalah sama yaitu lampu yang menyala pada traffic light I adalah lampu hijau, traffic light II adalah lampu merah dan traffic light III adalah lampu merah. Perhatikan gambar di bawah ini:



Gambar 4.19 : Traffic light kondisi TL1 hijau, TL2 merah, TL3 merah

Artinya alur transportasi yang terjadi saat itu adalah semua pengemudi kendaraan yang berada pada jalur II dan III dilarang menjalankan kendaraannya dan harus berhenti, sedangkan semua pengemudi kendaraan yang berada pada jalur I diharuskan menjalankan kendaraannya.

6. **Alur transportasi kejadian keduabelas.**

Pada saat uji coba kejadian keduabelas data yang dihasilkan yaitu lampu yang menyala pada traffic light I adalah lampu kuning, traffic light II adalah lampu merah dan traffic light III adalah lampu merah. Perhatikan gambar di bawah ini:

Gambar 4.20 : Traffic light kondisi TL1 kuning, TL2 merah, TL3 merah

Artinya alur transportasi yang terjadi saat itu adalah semua pengemudi kendaraan yang berada pada jalur II dan III dilarang menjalankan kendaraannya dan harus berhenti, sedangkan semua pengemudi kendaraan yang berada pada jalur I diharapkan untuk berhati-hati dan siap-siap menjalankan kendaraannya, akan tetapi kendaraan masih belum boleh berjalan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Logika Proposisi membahas pernyataan-pernyataan tunggal yang dihubungkan menggunakan perangkai logis menjadi pernyataan majemuk. Pernyataan adalah suatu kalimat yang bernilai benar atau salah, tetapi tidak kedua-duanya sekaligus. Untuk mengetahui nilai kebenaran suatu pernyataan majemuk dengan memperhatikan nilai kebenaran dari pernyataan penyusunnya, yaitu dengan cara menggunakan tabel kebenaran. Tabel kebenaran dapat memberikan nilai kebenaran pernyataan majemuk berdasarkan semua kemungkinan yang ada dari beberapa pernyataan tunggal penyusunnya, secara umum dirumuskan dengan 2^n, n menyatakan banyaknya komponen penyusunnya.

Suatu tabel kebenaran daoat dinyatakan ke dalam fungsi logis. Jika tabel kebenaran langsung diubah ke bentuk normal disjungsi maka tidak menutup kemungkinan akan terdapat fungsi dengan banyak variabel (tidak sederhana). Fungsi dengan banyak variabel akan menuntut perancangan yang tidak sederhana, sehingga akan membuat rumitnya perancangan logika. Oleh karena itu, penyederhanaan fungsi logis sangat diperlukan untuk menyederhanakan rancangan logika (dalam istilah teknisnya sirkuit) yang diinginkan. Salah satu teknik penyederhanaan yaitu metode Peta Karnaugh yang sangat membantu penyederhanaan fungsi logis yang ada. Cara memperoleh fungsi logis dari suatu tabel kebenaran yaitu dengan terlebih dahulu mengubah tabel kebenaran ke dalam peta Karnaugh, lalu dilanjutkan dengan penyederhanaan yang menggunakan aturan-aturan dalam peta Karnaugh sehingga akan dihasilkan suatu fungsi logis yang sederhana

Salah satu aplikasi dari logika proposisi adalah pada perancangan logika. Perancangan logika sangat berperan pada sistem digital seperti traffic light. Oleh karena itu dalam skripsi ini, penulis memilih membahas penerapan logika proposisi pada perancangan traffic light tiga jalur dengan menggunakan gerbang logika. Gerbang logika yang digunakan yaitu gerbang logika (AND), gerbang logika (OR), dan gerbang logika tidak (NOT). Operasi pada sistem Traffic Light ini menghasilkan kondisi keluaran yang bernilai rendah (0) atau tinggi (1), dimana kondisi keluaran rendah (0) menyatakan lampu traffic light mati dan kondisi keluaran tinggi (1) menyatakan lampu traffic light hidup.

B. Saran

Dalam menulis skripsi yang berjudul "Aplikasi Logika Proposisi Pada Perancangan Rangkaian Traffic Light" ini, penulis hanya membahas perancangan traffic light tiga jalur dengan menggunakan teknik penyederhanaan Peta Karnaugh. Penulisan skripsi selanjutnya, dapat dibahas misalnya perancangan Traffic Light menggunakan teknik penyederhanaan Quine-McClusky atau penerapan logika proposisi pada sistem digital yang lain seperti pada komputer.

DAFTAR PUSTAKA

Burke, Edmund. (1996). *Logic and its Applications.* New York: Prentice Hall

Dwijono, Djoni dan F. Soesianto. (2003). *Logika Proposional*. Yogyakarta : Andi

Kusumah, Yaya S. (1986). *Logika Matematika Elementer*. Bandung : Tarsito

Malvino, Leach dan Albert Paul. Donald P. (1987). *Digital Principles and Applications*. New York : McGraw Hill

Malvino, Leach (alih bahasa : Irwan Wijaya). (1994). *Prinsip-Prinsip dan Penerapan Digital*. edisi 3. Jakarta : Erlangga

Muhsin, Muhammad. (2004). *Elektronika Digital : Teori dan Soal Penyelesaian.* Yogyakarta : Andi

Samuel C, Lee. (alih bahasa : Sutrisna). (1989). *Rangkaian Digital dan Rancangan Logika*. Jakarta : Erlangga

Suryadi. (1995). *Aljabar Logika dan Himpunan : Seri Diktat Kuliah.* Edisi 2. Jakarta : Gunadarma

Tokheim, Roger I. (alih bahasa : Sutrisna). (1994). *Prinsip-Prinsip Digital : Teori dan Soal-Soal*. Edisi 2. Jakarta : Erlangga

Tokheim, Roger I. (alih bahasa : Sutrisna). (1995). *Elektronika Digital*. Edisi 2. Jakarta : Erlangga