

PENUNTUN PRAKTIKUM ELEKTRONIKA DIGITAL



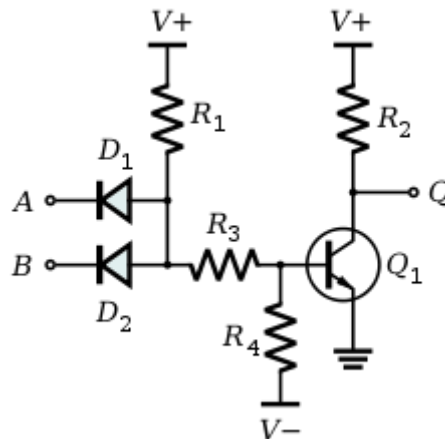
**LABORATORIUM ELEKTRONIKA DASAR
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN
2018**

PERCOBAAN

DIODA TRANSISTOR LOGIC (DTL)

1. Dasar Teori

Cara Kerja :



Gambar 1. Skema Gerbang NAND DTL yang di Sederhanakan

Dengan sirkuit sederhana yang ditampilkan dalam gambar, tegangan panjar pada basis diperlukan untuk mencegah ketakstabilan dan kesalahan operasi. Pada versi sirkuit terintegrasi, dua diode menggantikan R3 untuk mencegah arus basis apapun saat masukan pada keadaan rendah. Selain itu, untuk menambah sebaran keluar (fan-out), dapat digunakan diode dan transistor tambahan. IBM 1401 menggunakan sirkuit DTL yang hampir sama dengan sirkuit sederhana ini, tetapi menggunakan gerbang NPN dan PNP pada tegangan catu yang berbeda untuk menyelesaikan masalah panjar basis daripada menggunakan diode tambahan.

Kekurangan Kecepatan :

Keuntungan utama DTL terhadap pendahulunya, logika resistor-transistor adalah penambahan sebaran masuk (fan-in). Tetapi tundaan penyebaran masih relatif tinggi. Ketika transistor jenuh ketika semua masukan tinggi, muatan disimpan di daerah basis. Ketika keluar dari daerah jenuh (salah satu masukan rendah), muatan ini harus dihilangkan terlebih dahulu, yang membutuhkan beberapa saat. Salah satu cara untuk mempercepat adalah dengan menghubungkan resistor dari basis transistor ke catu negatif yang akan membantu mengikis pembawa minoritas pada basis. Masalah di atas telah diatasi TTL dengan mengganti diode pada sirkuit DTL dengan transistor multi-emitor, yang juga mengurangi area yang dibutuhkan tiap gerbang pada implementasi sirkuit terintegrasi.

2. Percobaan Dioda-Transistor pada Logika NAND

A. Tujuan

Untuk mengetahui bagaimana dioda-transistor dioperasikan menggunakan gerbang logika NAND dan mengamati perilaku transistor dan dioda.

B. Teori Singkat

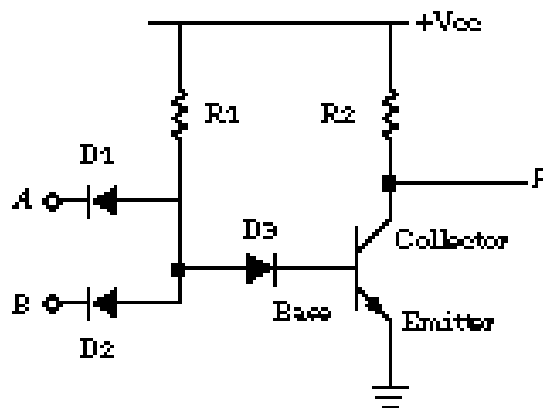
Arti NAND adalah NOT AND atau BUKAN AND, Gerbang NAND merupakan kombinasi dari Gerbang AND dan Gerbang NOT yang menghasilkan kebalikan dari Keluaran (Output) Gerbang AND. Gerbang NAND akan menghasilkan Keluaran Logika 0 apabila semua Masukan (Input) pada Logika 1 dan jika terdapat sebuah Input yang bernilai Logika 0 maka akan menghasilkan Keluaran (Output) Logika 1.

C. Peralatan

- | | |
|-------------------|------------|
| 1. Proton Board | 1 buah |
| 2. Dioda | 3 buah |
| 3. Resistor | 4 buah |
| 4. Transistor NPN | 1 buah |
| 5. Lampu LED | 1 buah |
| 6. Kabel konektor | secukupnya |
| 7. Power Supply | 5 volt |
| 8. Saklar/buttom | 2 buah |

D. Rangkaian Percobaan

Berikut adalah gambar percobaan dioda-transistor logic dengan logika NAND yang di tunjukkan pada Gambar 2 sebagai berikut :



Gambar 2. Rangkaian Percobaan Dioda-Transistor dengan Logika NAND

E. Prosedur Percobaan

1. Buat rangkaian seperti pada gambar 2 dengan baik dan benar.
2. Tunjukkan pada asisten.
3. Hubungkan rangkaian dengan Vcc
4. Beri masukan pada A dan B dengan cara membuka dan menutup saklar.
Saklar buka = 0, saklar tutup = 1.
5. Catat pada tabel kebenaran perilaku LED bila diberi masukan A dan B.
6. Teruskan hingga semua input diberi masukan 1.

F. Data Percobaan

A	B	LED
0	0	
1	0	
0	1	
1	1	

3. Percobaan Dioda-Transistor pada Logika NOR

A. Tujuan Percobaan

Untuk mengetahui bagaimana dioda-transistor dioperasikan menggunakan gerbang logika NOR dan mengamati perilaku transistor dan dioda.

B. Teori Singkat

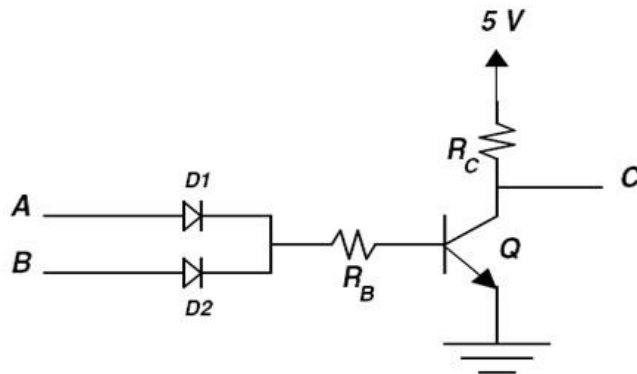
Arti NOR adalah NOT OR atau BUKAN OR, Gerbang NOR merupakan kombinasi dari Gerbang OR dan Gerbang NOT yang menghasilkan kebalikan dari Keluaran (Output) Gerbang OR. Gerbang NOR akan menghasilkan Keluaran Logika 0 jika salah satu dari Masukan (Input) bernilai Logika 1 dan jika ingin mendapatkan Keluaran Logika 1, maka semua Masukan (Input) harus bernilai Logika 0.

C. Peralatan

- | | |
|-------------------|------------|
| 1. Proton Board | 1 buah |
| 2. Dioda | 2 buah |
| 3. Resistor | 4 buah |
| 4. Transistor NPN | 1 buah |
| 5. Lampu LED | 1 buah |
| 6. Kabel konektor | secukupnya |
| 7. Power Supply | 5 volt |
| 8. Saklar/buttom | 2 buah |

D. Rangkaian Percobaan

Berikut adalah gambar percobaan dioda-transistor logic dengan logika NAND yang di tunjukkan pada Gambar 3 sebagai berikut :



Gambar 3. Rangkaian Percobaan Dioda-Transistor dengan Logika NOR

E. Prosedur Percobaan

1. Buat rangkaian seperti pada gambar 3 dengan baik dan benar.
2. Tunjukkan pada asisten.
3. Hubungkan rangkaian dengan Vcc
4. Beri masukan pada A dan B dengan cara membuka dan menutup saklar.
Saklar buka = 0, saklar tutup = 1.
5. Catat pada tabel kebenaran perilaku LED bila diberi masukan A dan B.
6. Teruskan hingga semua input diberi masukan 1.

F. Data Percobaan

A	B	LED
0	0	
1	0	
0	1	
1	1	

Resistor Transistor Logic

Dasar Teori

RTL atau bisa juga disebut Transistor Resistor Logic (TRL) adalah tipe sirkuit digital yang dibuat menggunakan resistor sebagai inputan dan Transistor sebagai perangkat Switching. RTL adalah tahap pertama dari rangkaian logika digital yang menggunakan Transistor. Sirkuit RTL pertama kali dibuat dengan komponen diskrit, tapi pada tahun 1961 menjadi keluarga logika digital pertama yang diproduksi sebagai sirkuit terintegrasi yang monolitik. Sirkuit terintegrasi RTL dulu digunakan dalam Apollo Guidance Computer yang didesign mulai tahun 1961 hingga pertama kali dikeluarkan pada tahun 1996.

Peralatan yang digunakan :

1. Catu daya
2. Resistor 10K
3. Resistor 4.7K
4. Transistor 2N2222
5. LED
6. Project Board
7. Switch
8. Jumper
9. Multimeter

Prosedur Percobaan :

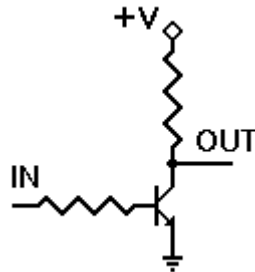
1. Siapkan alat dan bahan percobaan.
2. Rangkaikan komponen seperti pada gambar rangkaian percobaan pada Project Board.
3. Hubungkan rangkaian ke catu daya.
4. Berilah logika masukan pada titik masukkan dengan cara menghubungkan ke VCC dan GND.
5. Lihat hasil dari percobaan.
6. Catat hasil yang diperoleh dari percobaan.
7. Bandingkan hasil data yang diperoleh dengan percobaan lainnya.

I. Percobaan RTL Inverter

A. Tujuan Percobaan

Untuk mengetahui cara kerja Transistor pada gerbang Not.

B. Rangkaian Percobaan



Gambar Rangkaian RTL gerbang Not

C. Data Percobaan

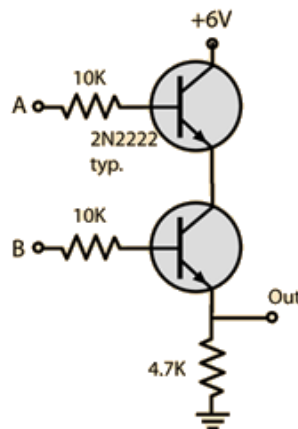
Input	Output
0	
1	

II. Percobaan RTL Gerbang AND

A. Tujuan Percobaan

Untuk mengetahui cara kerja Transistor pada gerbang AND sebagai Switch.

B. Rangkaian Percobaan



Gambar Rangkaian RTL gerbang AND

C. Data Percobaan

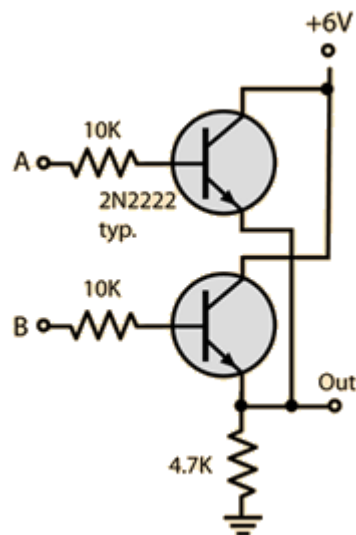
A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

III. Percobaan RTL Gerbang OR

A. Tujuan

Untuk mengetahui cara kerja Transistor pada gerbang OR sebagai Switch.

B. Rangkaian Percobaan



Gambar Rangkaian RTL gerbang OR

C. Data Percobaan

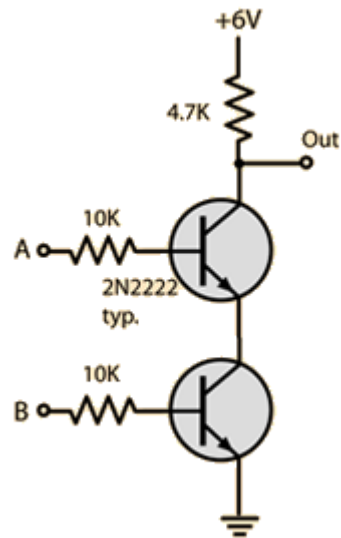
A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

IV. Percobaan RTL Gerbang NAND

A. Tujuan Percobaan

Untuk mengetahui cara kerja Transistor pada gerbang NAND sebagai Switch.

B. Rangkaian Percobaan



Gambar Rangkaian RTL gerbang NAND

C. Data Percobaan

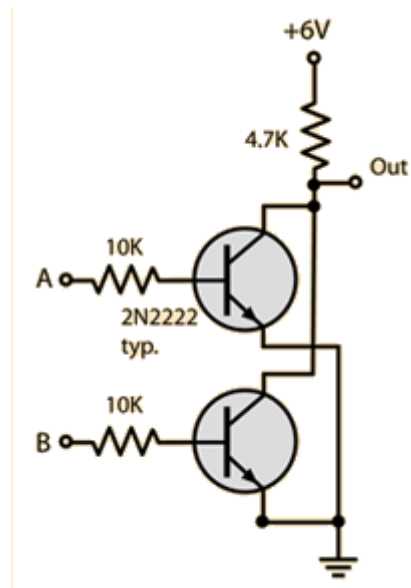
A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

IV. Percobaan RTL Gerbang NOR

A. Tujuan Percobaan

Untuk mengetahui cara kerja Transistor pada gerbang NOR sebagai Switch.

B. Rangkaian Percobaan



Gambar Rangkaian RTL gerbang NOR

C. Data Percobaan

A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Transistor – Transistor Logic

Tujuan

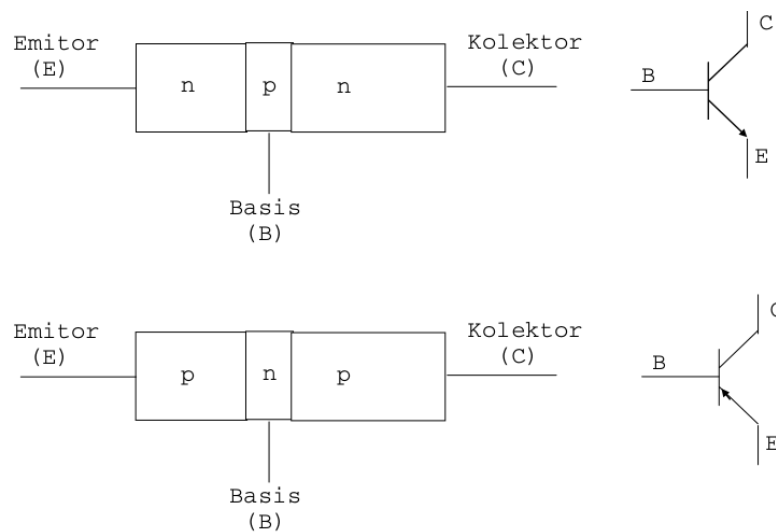
mengetahui dan memahami Transistor – Transistor Logic

Teori Singkat

Transistor

Walter H. Brattain dan John Bardeen pada akhir Desember 1947 di Bell Telephone Laboratories berhasil menciptakan suatu komponen yang mempunyai sifat menguatkan yaitu yang disebut dengan Transistor. Keuntungan komponen transistor ini dibanding dengan pendahulunya, yakni tabung hampa, adalah ukuran fisiknya yang sangat kecil dan ringan. Bahkan dengan teknologi sekarang ini ratusan ribu transistor dapat dibuat dalam satu keping silikon. Disamping itu komponen semikonduktor ini membutuhkan sumber daya yang kecil serta efisiensi yang tinggi.

Transistor adalah komponen semikonduktor yang terdiri atas sebuah bahan tipe p dan diapit oleh dua bahan tipe n (transistor NPN) atau terdiri atas sebuah bahan tipe n dan diapit oleh dua bahan tipe p (transistor PNP). Sehingga transistor mempunyai tiga terminal yang berasal dari masing-masing bahan tersebut. Ketiga terminal transistor tersebut dikenal dengan Emitor (E), Basis (B) dan Kolektor (C). Struktur dan simbol transistor diperlihatkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Struktur dan Simbol Transistor

Prinsip kerja transistor sebagai saklar adalah memanfaatkan kondisi saturasi dan cut-off. Kondisi saturasi dan cut-off diperoleh dengan pengaturan arus pada kaki basis. Kondisi saturasi akan diperoleh jika basis transistor diberi arus yang cukup. Sedangkan kondisi cut-off diperoleh jika arus basis dilalui oleh arus yang sangat kecil atau mendekati nol ampere. Kondisi saturasi adalah kondisi dimana arus mengalir dari emitor ke kolektor atau sebaliknya, transistor tersebut seolah – olah short pada hubungan emitor – kolektor. sedangkan kondisi cut-off adalah kondisi dimana arus tidak dapat mengalir dari emitor ke kolektor atau sebaliknya, pada daerah cut off transistor dapat di analogikan sebagai saklar terbuka pada hubungan kolektor – emitor.

Gerbang Logika

Gerbang Logika atau dalam bahasa Inggris disebut dengan *Logic Gate* adalah dasar pembentuk Sistem Elektronika Digital yang berfungsi untuk mengubah satu atau beberapa Input (masukan) menjadi sebuah sinyal Output (Keluaran) Logis. Gerbang Logika beroperasi berdasarkan sistem bilangan biner yaitu bilangan yang hanya memiliki 2 kode simbol yakni **0** dan **1**.

Gerbang Logika yang diterapkan dalam Sistem Elektronika Digital pada dasarnya menggunakan Komponen-komponen Elektronika seperti Integrated Circuit (IC), Dioda, Transistor, Relay, Optik maupun Elemen Mekanikal.

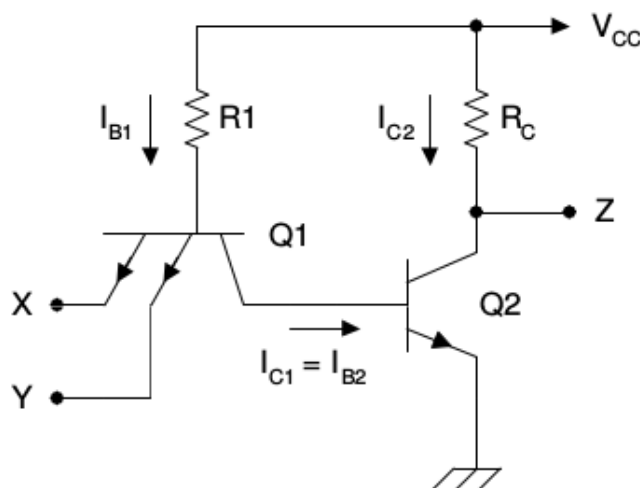
Terdapat 7 jenis Gerbang Logika Dasar yang membentuk sebuah Sistem Elektronika Digital, yaitu :

1. Gerbang AND
2. Gerbang OR
3. Gerbang NOT
4. Gerbang NAND
5. Gerbang NOR
6. Gerbang X-OR (Exclusive OR)
7. Gerbang X-NOR (Exclusive NOR)

Transistor – Transisto Logic

Logic family dari jenis TTL (Transistor-Transistor Logic) merupakan gerbang-gerbang logika yang tersusun dari transistor-transistor BJT. Meskipun namanya TTL, namun tidak hanya tersusun dari transistor saja, namun ada komponen-komponen pendukung di dalamnya, yaitu resistor dan juga diode. Gerbang-gerbang logika dari logic family TTL ini banyak dipakai dalam perancangan IC.

TTL menggunakan transistor bipolar sebagai piranti aktipnya. Bagian masukan umumnya menggunakan transistor dengan emiter ganda, Seperti diperlihatkan pada Gambar 2 berikut.

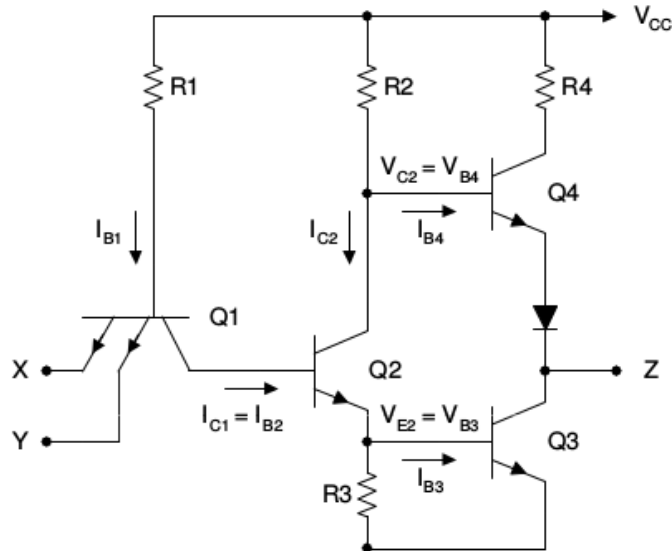


Gambar 2. Rangkaian dasar TTL.

Rangkaian keluaran TTL terdiri dari :

1. Totem- Pole

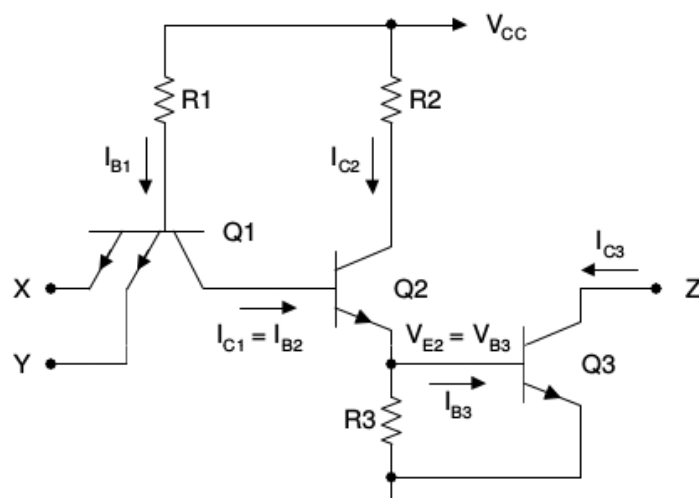
Disebut Totem-pole karena menggunakan dua transistor yang ditumpuk pada bagian keluarannya seperti diperlihatkan pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Rangkaian TTL dengan keluaran Totem-pole

Q4 berfungsi sebagai penguat common collector dan Q3 berfungsi sebagai penguat common emitter. Q2 berfungsi sebagai penggerak yang menghasilkan sinyal komplemen sehingga Q3 dan Q4 akan menghantar secara bergantian. Jika salah satu atau kedua masukan rendah maka Q2 tidak menghantar sehingga kolektornya akan tinggi sedangkan emitemnya rendah. Akibatnya Q4 menghantar sedangkan Q3 menyumbat sehingga keluaran Z akan tinggi. Sebaliknya jika kedua masukan tinggi maka Q2 akan menghantar sehingga sebagian arus emitemnya akan menjadi I_{B3} sehingga Q3 akan menghantar. Jika Q2 jenuh $V_{C2} = V_{B4} \approx V_{E2}$ sehingga Q4 akan menyumbat dan keluaran Z akan rendah.

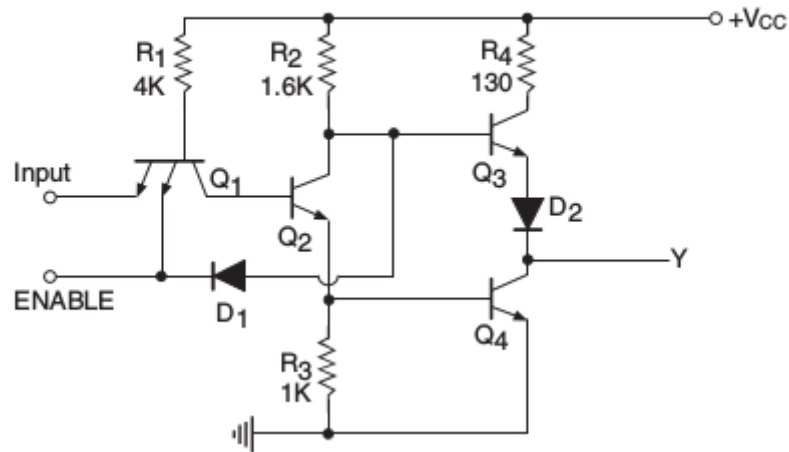
2. Kolektor Terbuka



Gambar 4. Rangkaian TTL dengan keluaran kolektor terbuka

Karena menggunakan keluaran dengan kolektor terbuka maka jelas keluaran ini hanya mampu untuk menyedot arus. Agar mampu untuk mensuplai arus, dibutuhkan pull up resistor. Keluaran rangkaian ini umumnya digunakan sebagai switch atau driver.

3. Tri – State



Gambar 5. Rangkaian TTL keluaran tri-state

Bila control berlogika 1 maka keluaran akan berfungsi sebagai rangkaian totem-pole tetapi jika control berlogika rendah maka seluruh transistor akan menyumbat sehingga keluaran memiliki impedansi yang sangat besar.

Percobaan gerbang logika dengan TTL:

Alat dan bahan percobaan:

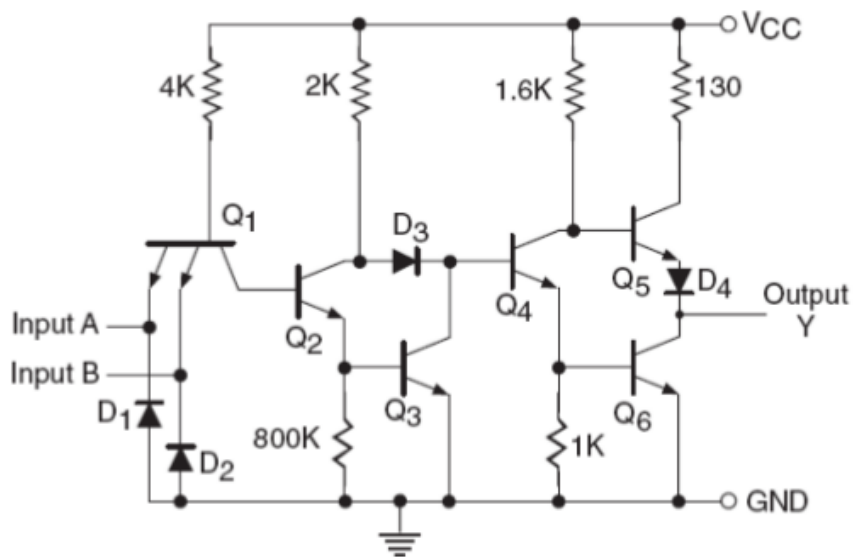
1. Transistor BJT
2. Resistor
3. Dioda
4. Switc
5. LED
6. Projeck board
7. Kabel jumper
8. Catu Daya
9. Multi Meter

Prosedur percobaan:

Adapun prosedur percobaan TTL sebagai berikut:

1. Persiapkan alat dan bahan percobaan
2. Rangkailah komponen seperti rangkaian percobaan di project board
3. Hubungkan rangkaian ke catu daya, pastikan catu daya dalam keadaan mati sebelum dan saat merangkai
4. Nyalakan catu daya, pastikan rangkaian sudah terhubung dengan baik dengan catu daya
5. Berilah logika masukan pada titik masukan dengan cara menghubungkan ke VCC (5V) atau GND(0V)
6. Catat hasil percobaan

1. Percobaan TTL gerbang AND

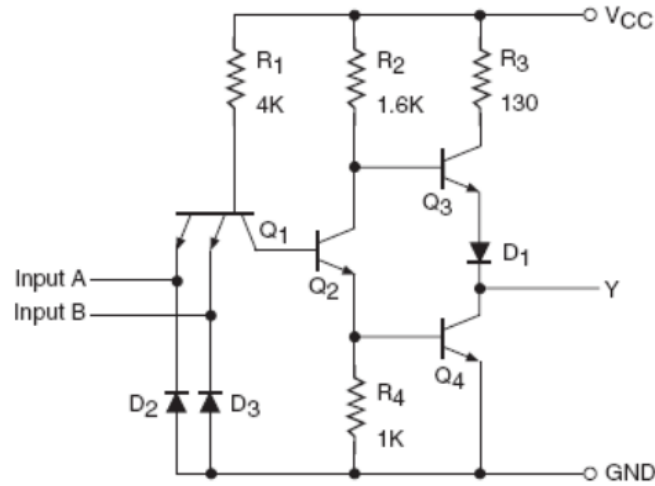


Gambar 6. Rangkaian percobaan TTL gerbang AND

Tabel 1. Data percobaan TTL gerbang AND

A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

2. Percobaan TTL gerbang NAND

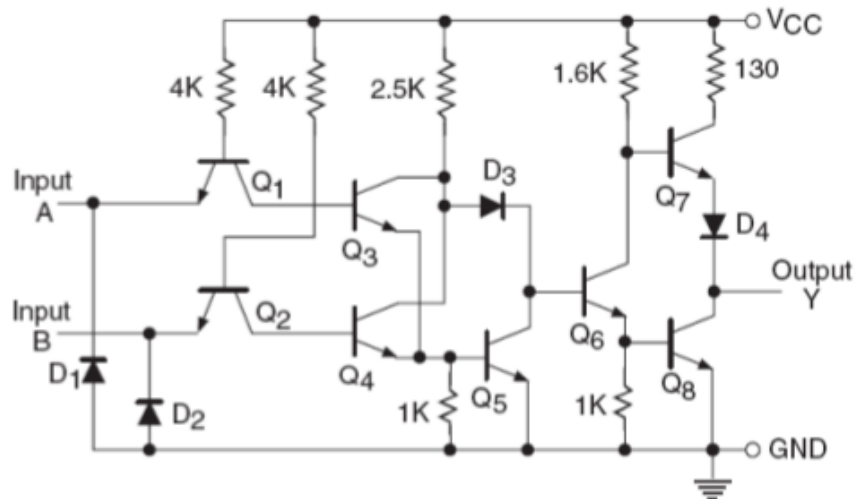


Gambar 7. Rangkaian Percobaan TTL gerbang NAND

Tabel 2. Data percobaan TTL gerbang NAND

A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

3. Percobaan TTL gerbang OR

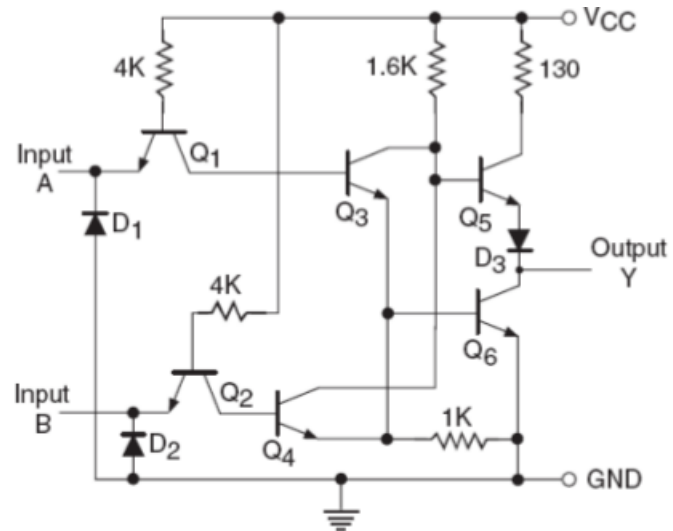


Gambar 8. Rangkaian percobaan TTL gerbang OR

Tabel 3. Data percobaan TTL gerbang OR

A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

4. Percobaan TTL gerbang NOR

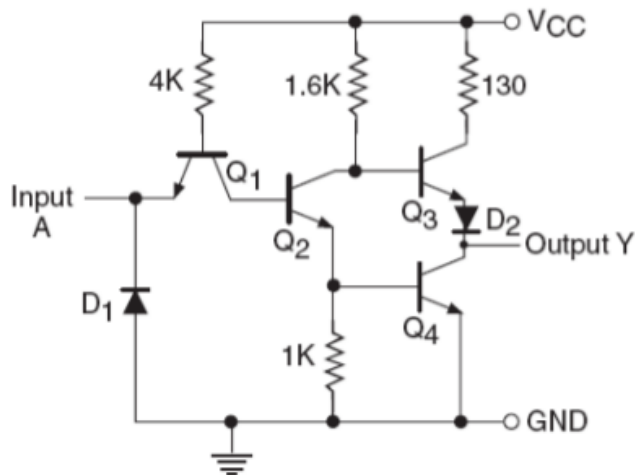


Gambar 9. Rangkaian percobaan TTL gerbang NOR

Tabel 4. Data percobaan TTL gerbang NOR

A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

5. Percobaan TTL gerbang NOT



Gambar 10. Rangkaian percobaan TTL gerbang NOT

Tabel 5. Data percobaan TTL gerbang NOT

A	Y
0	
1	

Daftar Pustaka:

1. Anil K. Maini. 2007. *Digital Electronics, Principles, Devices, and Applications*. England: West Sussex.
2. Surjono. H. D. 2007. *Elektronika teori dan penerapan*. Jember : Cerdas Ulet Kreatif

1. Dasar Teori

1.1. Mikrokontroler

Komputer hadir dalam kehidupan manusia baru 50 tahun terakhir, namun efeknya sangat besar dalam merubah kehidupan manusia, bahkan melebihi penemuan manusia lainnya seperti radio, telepon, automobil, dan televisi. Begitu banyak aplikasi memanfaatkan komputer, terutama dalam pemanfaatan kemampuan chip mikroprosesor di dalamnya yang dapat melakukan komputasi sangat cepat, dapat bekerja sendiri dengan diprogram, dan dilengkapi memori untuk menyimpan begitu banyak data. Seiring dengan perkembangan zaman, semakin luaslah kebutuhan akan kemampuan seperti yang dimiliki oleh komputer, sehingga menyebabkan munculnya terobosan-terobosan baru yang salah satunya adalah dibuatnya chip mikrokontroler. [1]

Mikrokontroler adalah *single chip* computer yang memiliki kemampuan untuk diprogram dan digunakan untuk tugas-tugas yang berorientasi kontrol. Mikrokontroler datang dengan dua alasan utama, yang pertama adalah kebutuhan pasar (*market need*) dan yang kedua adalah perkembangan teknologi baru. Yang dimaksud dengan kebutuhan pasar adalah kebutuhan yang luas dari produk-produk elektronik akan perangkat pintar sebagai pengontrol dan pemroses data. Sedangkan yang dimaksud dengan perkembangan teknologi baru adalah perkembangan teknologi semikonduktor yang memungkinkan pembuatan chip dengan kemampuan komputasi yang sangat cepat, bentuk yang semakin mungil, dan harga yang semakin murah. [1]

1.1.1. Perbedaan Mikrokontroler dan Mikroprocessor

Adapun perbedaan mikrokontroler dan mikroprocessor adalah:

- a. Komputer hadir dalam kehidupan manusia baru 50 tahun terakhir, namun efeknya sangat besar dalam merubah kehidupan manusia, bahkan melebihi penemuan manusia lainnya seperti radio, telepon, automobil, dan televisi. Begitu banyak aplikasi memanfaatkan komputer, terutama dalam pemanfaatan kemampuan chip mikroprosesor di dalamnya yang dapat melakukan komputasi sangat cepat, dapat bekerja sendiri dengan diprogram, dan dilengkapi memori untuk menyimpan begitu banyak data. Seiring dengan perkembangan zaman, semakin luaslah kebutuhan akan kemampuan seperti yang dimiliki oleh komputer, sehingga menyebabkan munculnya terobosan-terobosan baru yang salah satunya adalah dibuatnya chip mikrokontroler; [1]
- b. Mikrokontroler adalah *single chip* computer yang memiliki kemampuan untuk diprogram dan digunakan untuk tugas-tugas yang berorientasi kontrol. Mikrokontroler datang dengan dua alasan utama, yang pertama adalah kebutuhan pasar (*market need*) dan yang kedua adalah perkembangan teknologi baru. Yang dimaksud dengan kebutuhan pasar adalah kebutuhan yang luas dari produk-produk elektronik akan perangkat pintar sebagai pengontrol dan pemroses data. Sedangkan yang dimaksud dengan perkembangan teknologi baru adalah perkembangan teknologi semikonduktor yang memungkinkan pembuatan chip dengan kemampuan komputasi yang sangat cepat, bentuk yang semakin mungil, dan harga yang semakin murah. [1]

1.1.2. Pengaplikasian Mikrokontroler

Karena kemampuannya yang tinggi, bentuknya yang kecil, konsumsi dayanya yang rendah, dan harga yang murah maka mikrokontroler begitu banyak digunakan di dunia. Mikrokontroler digunakan mulai dari mainan anak-anak, perangkat elektronik rumah tangga, perangkat pendukung otomotif, peralatan industri, peralatan telekomunikasi, peralatan medis dan kedokteran, sampai dengan pengendali robot serta persenjataan militer.

1.2. Arduino

Pada percobaan kali ini salah satu mikrokontroler yang digunakan adalah arduino. Arduino adalah mikrokontroler *single-board* yang bersifat *open source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan pengguna elektronik dalam berbagai bidang. prosesor Atmel AVR dan perangkat lunaknya memiliki bahasa pemrograman sendiri.

Arduino juga merupakan platform perangkat keras terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat purwarupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman arduino yang memiliki kemiripan syntax dengan bahasa pemrograman C. Karena sifatnya yang terbuka maka siapa saja dapat mengunduh skema perangkat keras arduino dan membangunnya. [2]

Arduino menggunakan keluarga mikrokontroler ATmega yang dirilis oleh Atmel sebagai basis, namun ada individu/perusahaan yang membuat clone arduino dengan menggunakan mikrokontroler lain dan tetap kompatibel dengan arduino pada level perangkat keras. Untuk fleksibilitas, program dimasukkan melalui *bootloader* meskipun ada opsi untuk mem-bypass *bootloader* dan menggunakan downloader untuk memprogram mikrokontroler secara langsung melalui port ISP. [2]

1.2.1. Jenis-jenis Arduino

Seiring dengan perkembangan zaman, mikrokontroler arduino pun terus berkembang kemudian muncul dengan berbagai jenis. Diantaranya adalah:

a. Arduino Uno

Jenis yang ini adalah yang paling banyak digunakan. Terutama untuk pemula sangat disarankan untuk menggunakan Arduino Uno. Banyak sekali referensi yang membahas Arduino Uno. Versi yang terakhir adalah Arduino Uno R3 (Revisi 3), menggunakan ATMEGA328 sebagai mikrokontrolernya, memiliki 14 pin I/O digital dan 6 pin input analog. Untuk pemrograman cukup menggunakan koneksi USB *type A to To type B*. Sama seperti yang digunakan pada USB printer. [2]

b. Arduino Mega

Mirip dengan Arduino Uno, sama-sama menggunakan USB *type A to B* untuk pemrogramannya. Tetapi Arduino Mega, menggunakan chip yang lebih tinggi ATMEGA2560. Dan tentu saja untuk pin I/O digital dan pin input analognya lebih banyak dari Uno. [2]

c. Arduino Nano

Sepertinya namanya, Nano yang berukuran kecil dan sangat sederhana ini, menyimpan banyak fasilitas. Sudah dilengkapi dengan FTDI untuk pemrograman lewat Micro USB. 14 pin I/O digital, dan 8 pin input analog (lebih banyak dari Uno). Dan ada yang menggunakan ATMEGA168, atau ATMEGA328. [2]

d. Arduino Promini/mini

Fasilitasnya sama dengan yang dimiliki Nano. Hanya tidak dilengkapi dengan *micro* USB untuk pemrograman. Dan ukurannya hanya 30 mm x 18 mm saja. [2]

1.2.2. Pin-pin Arduino

Penjelasan mengenai pin-pin arduino sesuai jenisnya adalah sebagai berikut:

a. Arduino Uno

Detail deskripsi pin-pin arduino uno dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Deskripsi Pin-pin Arduino Uno [3]

Pin Category	Pin Name	Details
Power	V _{in} , 3.3V, 5V, GND	V _{in} : Input voltage to Arduino when using an external power source. 5V: Regulated power supply used to power microcontroller and other components on the board. 3.3V: 3.3V supply generated by on-board voltage regulator. Maximum current draw is 50mA. GND: ground pins.
Reset	Reset	Resets the microcontroller.
Analog Pins	A0 – A5	Used to provide analog input in the range of 0-5V
Input/Output Pins	Digital Pins 0 - 13	Can be used as input or output pins.
Serial	0(Rx), 1(Tx)	Used to receive and transmit TTL serial data.
External Interrupts	2, 3	To trigger an interrupt.
PWM	3, 5, 6, 9, 11	Provides 8-bit PWM output.
SPI	10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) and 13 (SCK)	Used for SPI communication.
Inbuilt LED	13	To turn on the inbuilt LED.
TWI	A4 (SDA), A5 (SCA)	Used for TWI communication.
AREF	AREF	To provide reference voltage for input voltage.

Spesifikasi arduino uno dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Spesifikasi Arduino Uno [3]

Microcontroller	ATmega328P – 8 bit AVR family microcontroller
Operating Voltage	5V
Recommended Input Voltage	7-12V
Input Voltage Limits	6-20V
Analog Input Pins	6 (A0 – A5)
Digital I/O Pins	14 (Out of which 6 provide PWM output)
DC Current on I/O Pins	40 mA
DC Current on 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (0.5 KB is used for Bootloader)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Frequency (Clock Speed)	16 MHz

b. Arduino Promini

Detail deskripsi pin-pin arduino promini dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3. Deskripsi Pin-pin Arduino Promini [4]

Arduino Pro Mini DETAILS	
Microcontroller	ATmega168
Operating Voltage	3.3V or 5V
Input Voltage	3.35 -12 V (3.3V model) or 5 - 12 V (5V model)
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	8
DC Current per I/O Pin	40 mA
Flash Memory	16 KB (of which 2 KB used by bootloader)
SRAM	1 KB
EEPROM	512 bytes
Clock Speed	8 MHz (3.3V model) or 16 MHz (5V model)

Spesifikasi arduino promini dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4. Spesifikasi Arduino Promini [4]

Arduino Pro Mini PINOUT	
RAW	For supplying a raw (regulated) voltage to the board
VCC	The regulated 3.3 or 5 volt supply
GND	Ground pins
RX	Used to receive TTL serial data
TX	Used to transmit TTL serial data
2 and 3	Digital I/O pins. These pins can also be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value
3, 5, 6, 9, 10, and 11	Digital I/O pins. They can also be configured to provide 8-bit PWM output
10, 11, 12 and 13	Digital I/O pins. They can also be configured as SPI pins: 10 - (SS), 11 - (MOSI), 12 - (MISO) and 13 - (SCK)
A0 to A3	Analog input pins
A4 and A5.	Analog input pins. They can also be used as IIC pins; A4 - (SDA) and A5 - (SCL).
A6 and A7	Analog input pins
Reset	The microcontroller can be reset by bringing this pin low

1.2.3. Input dan Output pada Arduino

Pada praktek penggunaan arduino secara umum terbagi menjadi beberapa jenis, antara lain adalah:

a. Input Analog

Sinyal analog menjelaskan variabel fisik yang bervariasi terus menerus yang berhubungan dengan variabel lain. Contoh dari sinyal analog yaitu intensitas cahaya LED yang dimana arus yang didalamnya juga meningkat, arus melalui resistor seperti yang kita memvariasikan tegangan, atau suhu di kamar yang berjalan sering dengan berjalannya waktu. Sinyal analog dapat mengambil nilai-nilai yang tak terbatas dan pada mikrokontroler tidak dapat mewakili jumlah yang tak terbatas nilainya itu. Sehingga yang harus dilakukan ketika ada sinyal analog yaitu dengan cara sampling dengan cara mengubah sinyal analog tersebut menjadi sinyal digital melalui pin khusus yaitu pin Analog ke Digital Konversi (ADC). Ini pada dasarnya berarti bahwa memilih nilai-nilai tertentu di suatu daerah dan kemudian kita menggunakan serangkaian bit untuk mewakili nilai-nilai tersebut saja. Pin analog (ADC) tersebut berfungsi sebagai pengubah sinyal analog menjadi output digital sehingga mudah diolah dan dapat diukur. [5]

Pin analog (ADC) dapat mengukur nilai tegangan yang masuk dengan kondisi normal range dari 0 – 5 Vdc yang akan dibandingkan dengan tegangan referensinya (V_{ref}). Hal ini berguna saat akan mengukur output tegangan dari suatu sensor yang terhubung serta dapat dimanfaatkan untuk keperluan pengondisian program. Untuk membaca sinyal analog yang terhubung pada pin ADC di Software IDE Arduino yaitu menggunakan fungsi `analogRead([nomorPin])`. [5]

b. Output Analog

Pada output analog Arduino tidak dapat dihasilkan secara langsung, tetapi harus melewati proses pengubahan output dari digital menjadi analog yang memerlukan fungsi komponen Digital to Analog Converter. Tetapi pada Arduino fungsi tersebut tidak ada modul itu, sehingga memerlukan modul eksternal (modul DAC) sebagai konverter sinyalnya. Tetapi disisi lain, output analog pada Arduino kebanyakan memiliki fitur PWM (Pulse Width Modulation). Contoh kasus apabila arduino yang dihubungkan dengan LED ingin mengendalikan intensitas cahaya dari LED tersebut (nyala terang – redup mati). [5]

Analog output yang terdapat di Arduino akan mengeluarkan sinyal analog dengan nilai pwm / intensitas yang telah diprogram/setting. PWM seolah – olah dapat memanipulasi / mengubah sinyal digital menjadi sinyal analog. Dengan cara Arduino mengubah keluaran sinyal digital dari logika HIGH ke LOW atau sebaliknya dengan waktu yang telah ditentukan. Lama waktu untuk logika HIGH dikatakan dengan istilah panjang pulsa atau pulse width. Variasi perubahan nilai output analog dihasilkan dari perubahan panjang pulsa yang telah diset dengan kondisi waktu tertentu serta dikerjakan secara berulang-ulang. [5]

c. Input Digital

Input Digital adalah sinyal yang akan diterima baik itu berupa nilai 1 atau 0, logika high atau low, maupun kondisi on atau off. Beda halnya dengan sinyal analog kontinyu, yaitu untuk nilai diantara 0 dan 1, nilai tersebut akan dipertimbangkan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pin digital adalah pin yang dapat mengirim atau menerima sinyal – sinyal digital. Contoh dari input digital yaitu penggunaan sensor PIR dimana output dari sensor tersebut berupa nilai 1 jika terdeteksi adanya benda bergerak dan nilai 0 jika tidak terdeteksi adanya benda. [5]

d. Output Digital

Pada output digital sebenarnya hampir sama dengan input digital dikarenakan pada dasarnya sama, hal yang dikirimkan yaitu nilai 1 atau nilai 0. Yang membedakan hanya pada penggunaan fungsi pada saat pemogramannya, kapan saat diset sebagai input maupun output. format dasar pemograman untuk deklarasi `>> pinMode ([pin yang digunakan], [INPUT or OUTPUT]);`. [5]

2. Percobaan Penulisan Keluaran Digital

2.1. Tujuan Percobaan

Untuk menunjukkan cara kerja penulisan keluaran digital dengan mikrokontroler arduino.

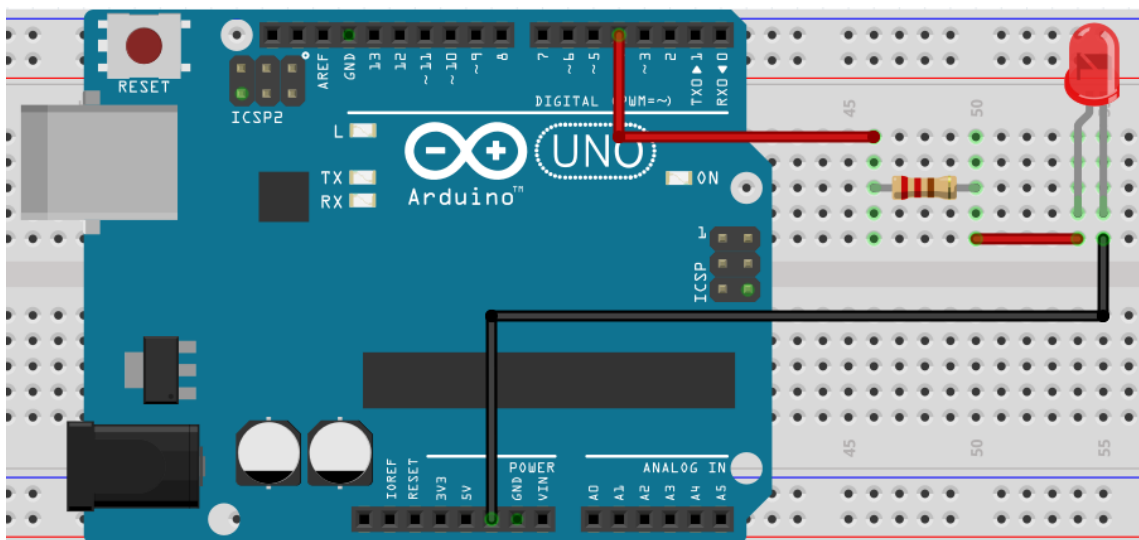
2.2. Peralatan Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. 1 laptop;
2. Software Arduino IDE;
3. 1 Arduino uno board;
4. 1 kabel usb a to b (kabel printer);
5. 1 breadboard;
6. 1 buah led ukuran 3/5 mm;
7. 1 buah resistor 220/500 Ω /1 k Ω ;
8. Kabel jumper secukupnya.

2.3. Rangkaian Percobaan

Rangkaian percobaan penulisan keluaran digital dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Rangkaian Percobaan Penulisan Keluaran Digital

2.4. Data Percobaan

Data Percobaan penulisan keluaran digital dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Data Percobaan Penulisan Keluaran Digital

No	Pin	Instruksi	V_{in} (V)	I_{in} (mA)	R (Ω)	Kondisi Led
1	4	HIGH				
2	4	LOW				
3	5	HIGH				
4	5	LOW				

2.5. Prosedur Percobaan

Prosedur percobaan penulisan keluaran digital yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Instal software arduino pada laptop;
2. Buatlah rangkaian seperti pada Gambar 2.1;
3. Buatlah program seperti pada contoh program: menu file-examples-basic-Blink, ganti “LED_BUILTIN” dengan pin yang digunakan, hapus program “delay” dan “digitalWrite” yang kedua;
4. Verify program yang telah dibuat;
5. Sambungkan kabel usb a to b dari arduino ke laptop;
6. Konfigurasi terlebih dahulu arduino dengan cara: pilih menu tools-board, pilih Arduino/Genuino Uno; pilih menu tools-port, pilih serial port yang sesuai dengan arduino board yang digunakan;
7. Lakukanlah percobaan sesuai data yang akan dicari pada Tabel 2.1;
8. Isilah Tabel 2.1 sesuai data yang telah didapatkan dari percobaan;
9. Lepaskan dan rapikan kembali peralatan yang telah digunakan, simpan kembali sesuai pada tempatnya semula;
10. Buatlah analisa data dan kesimpulan sesuai data percobaan yang telah didapatkan.

3. Percobaan Penulisan Keluaran Analog

3.1. Tujuan Percobaan

Untuk menunjukkan cara kerja penulisan keluaran analog dengan mikrokontroler arduino.

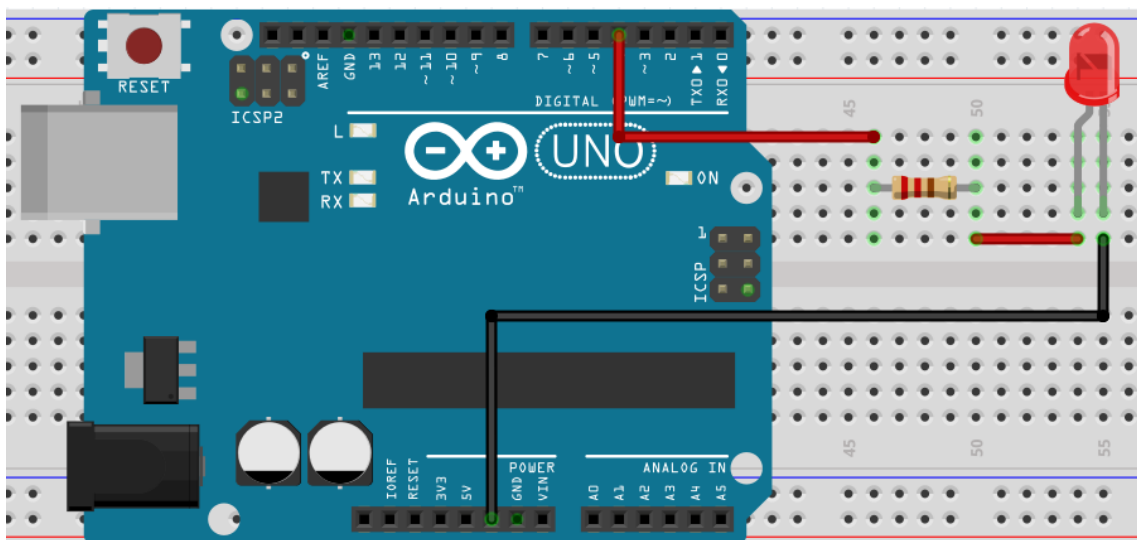
3.2. Peralatan Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. 1 laptop;
2. Software Arduino IDE;
3. 1 Arduino uno board;
4. 1 kabel usb a to b (kabel printer);
5. 1 breadboard;
6. 1 buah led ukuran 3/5 mm;
7. 1 buah resistor 220/500 Ω /1 k Ω ;
8. Kabel jumper secukupnya.

3.3. Rangkaian Percobaan

Rangkaian percobaan penulisan keluaran analog dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Rangkaian Percobaan Penulisan Keluaran Analog

3.4. Data Percobaan

Data percobaan penulisan keluaran analog dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Data Percobaan Penulisan Keluaran Analog

No	Pin	Instruksi	V_{in} (V) Hitung	V_{in} (V) Ukur	I_{in} (mA) Hitung	I_{in} (mA) Ukur	R (Ω)	Kondisi Led
1	4	255						
2	4	Variasi						
3	4	0						
4	5	255						
5	5	Variasi						
6	5	0						

3.5. Prosedur Percobaan

Prosedur percobaan penulisan keluaran digital yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Instal software arduino pada laptop;
2. Buatlah rangkaian seperti pada Gambar 2.1;
3. Buatlah program seperti pada contoh program: menu file-examples-basic-Blink, ganti “LED_BUILTIN” dengan pin yang digunakan, ganti “digitalWrite” dengan “analogWrite”, ganti “HIGH” sesuai instruksi pada Tabel 3.1, hapus program “delay” dan “digitalWrite” yang kedua;
4. Verify program yang telah dibuat;
5. Sambungkan kabel usb a to b dari arduino ke laptop;
6. Konfigurasi terlebih dahulu arduino dengan cara: pilih menu tools-board, pilih Arduino/Genuino Uno; pilih menu tools-port, pilih serial port yang sesuai dengan arduino board yang digunakan;
7. Lakukanlah percobaan sesuai data yang akan dicari pada Tabel 3.1;
8. Isilah Tabel 3.1 sesuai data yang telah didapatkan dari percobaan;
9. Lepaskan dan rapikan kembali peralatan yang telah digunakan, simpan kembali sesuai pada tempatnya semula;
10. Buatlah analisa data dan kesimpulan sesuai data percobaan yang telah didapatkan.

3.6. Keterangan

Misal diberikan tegangan sebesar 12 V, jika keluaran analog yang diberikan sebesar 200 berapakah tegangan yang akan masuk dan hitunglah arus yang berada di rangkaian jika tahanan yang diberikan sebesar 220 Ω ?

Diketahui 255 = Tegangan max

$$255 = 12 \text{ V}$$

$$255/12 \text{ V} = 200/V_{in}$$

$$V_{in} = (200/255) * 12 \text{ V}$$

$$V_{in} = 9,411765 \text{ V}$$

$$I_{in} = V_{in}/R$$

$$I_{in} = 9,41175 \text{ V} / 220 \Omega$$

$$I_{in} = 42,781 \text{ mA}$$

4. Percobaan Pembacaan Masukan Digital

4.1. Tujuan Percobaan

Untuk menunjukkan cara kerja pembacaan masukan digital dengan mikrokontroler arduino.

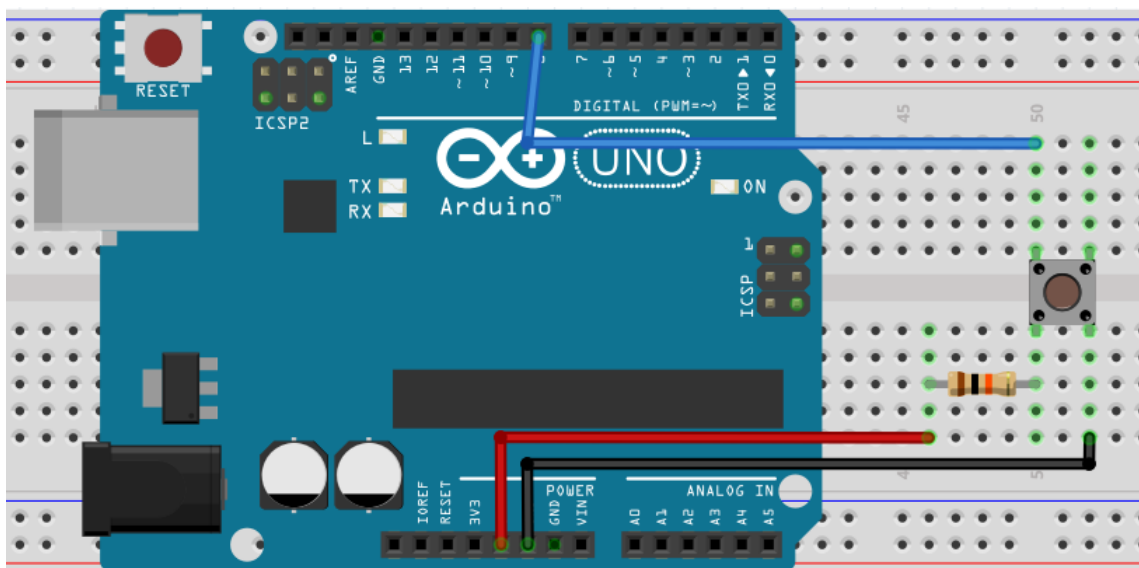
4.2. Peralatan Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

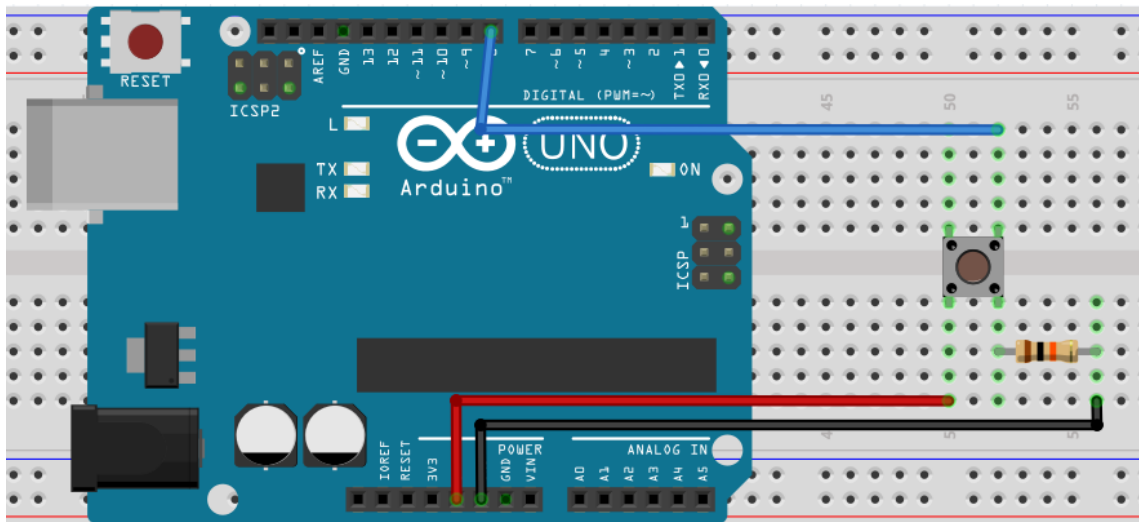
1. 1 laptop;
2. Software Arduino IDE;
3. 1 Arduino uno board;
4. 1 kabel usb a to b (kabel printer);
5. 1 breadboard;
6. 1 button 4 kaki;
7. 1 resistor 10 k Ω ;
8. Kabel jumper secukupnya.

4.3. Rangkaian Percobaan

Rangkaian percobaan dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.



Gambar 4.1. Rangkaian Percobaan Pembacaan Masukan Digital Pull Up



Gambar 4.2. Rangkaian Percobaan Pembacaan Masukan Digital Pull Down

4.4. Data Percobaan

Data percobaan dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1. Data Percobaan Pembacaan Masukan Digital Pull Up

No	Kondisi Button	Nilai Keluaran	Keterangan Nilai Keluaran
1	Tekan		
2	Lepas		

Tabel 4.2. Data Percobaan Pembacaan Masukan Digital Pull Down

No	Kondisi Button	Nilai Keluaran	Keterangan Nilai Keluaran
1	Tekan		
2	Lepas		

4.5. Prosedur Percobaan

Prosedur percobaan penulisan keluaran digital yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Instal software arduino pada laptop;
2. Buatlah rangkaian seperti pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2;
3. Buatlah program seperti pada contoh program: menu file-examples-basic-DigitalReadSerial, ganti nilai variabel "pushButton" dengan pin yang digunakan;
4. Verify program yang telah dibuat;
5. Sambungkan kabel usb a to b dari arduino ke laptop;
6. Konfigurasi terlebih dahulu arduino dengan cara: pilih menu tools-board, pilih Arduino/Genuino Uno; pilih menu tools-port, pilih serial port yang sesuai dengan arduino board yang digunakan;
7. Lakukanlah percobaan sesuai data yang akan dicari pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2;
8. Isilah Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 dengan data yang telah didapatkan dari percobaan;
9. Lepaskan dan rapikan kembali peralatan yang telah digunakan, simpan kembali sesuai pada tempatnya semula;
10. Buatlah analisa data dan kesimpulan sesuai data percobaan yang telah didapatkan.

5. Percobaan Pembacaan Masukan Analog

5.1. Tujuan Percobaan

Untuk menunjukkan cara kerja pembacaan masukan analog dengan mikrokontroler arduino.

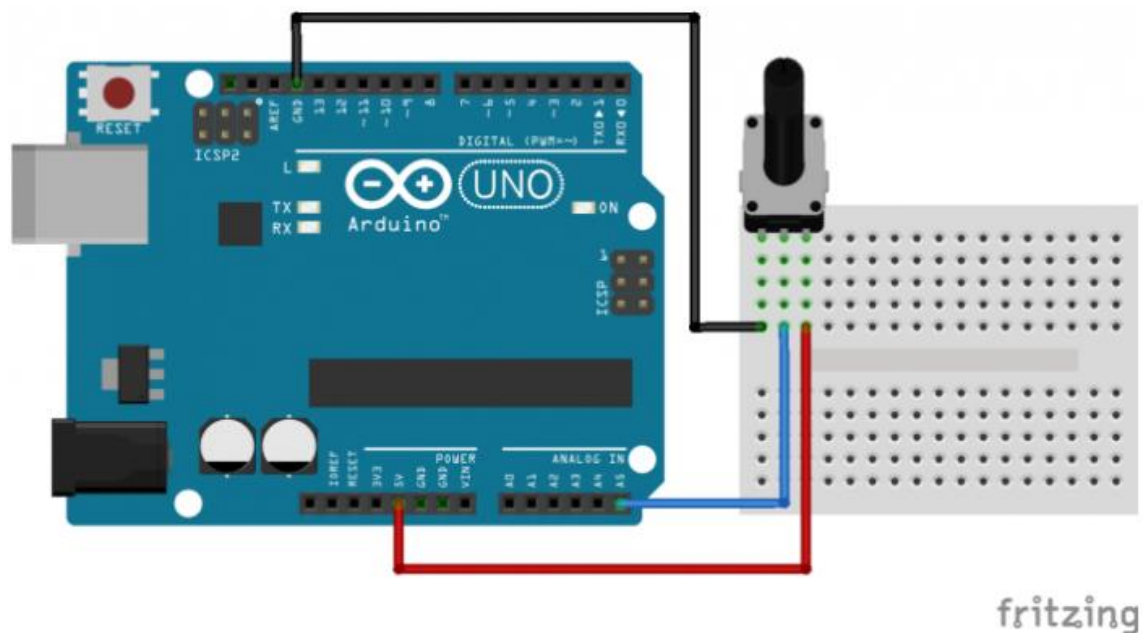
5.2. Peralatan Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. 1 laptop;
2. Software Arduino IDE;
3. 1 arduino uno board;
4. 1 kabel usb a to b (kabel printer);
5. 1 breadboard;
6. 1 potensiometer 10k;
7. Kabel jumper secukupnya.

5.3. Rangkaian Percobaan

Rangkaian percobaan pembacaan masukan analog dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1. Rangkaian Percobaan Pembacaan Input Analog Dengan Arduino [6]

5.4. Data Percobaan

Data percobaan pembacaan masukan analog dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Data Percobaan Pembacaan Masukan Analog

No	Input Analog	V _{in} (V)	V _{out} (V)	I _{in} (mA)	I _{out} (mA)	R (Ω)
1	0	5 V				
2	Variasi	5 V				
3	Variasi	5 V				
4	Variasi	5 V				
5	255	5 V				

5.5. Prosedur Percobaan

Prosedur percobaan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

11. Instal software arduino pada laptop;
12. Buatlah rangkaian seperti pada Gambar 5.1;
13. Buatlah program seperti pada contoh program: menu file-examples-basic-analogReadSerial, ubah program sesuai pin yang digunakan;
14. Buatlah juga program seperti Gambar 5.2;

```
int pinPot = A5; // pin untuk menerima sinyal analog dari potensiometer
int val = 0; // variabel untuk menyimpan nilai konversi analog ke digital

void setup()
{
  Serial.begin(9600); // setup koneksi serial
}

void loop() {
  val = analogRead(pinPot); // baca nilai analog dari potensiometer
  Serial.println(val); // kirim nilai val ke koneksi serial
  delay(100); // beri jeda hingga pengulangan selanjutnya
}
```

Gambar 5.2. Program Pembacaan Masukan [6]

15. Verify program yang telah dibuat;
16. Sambungkan kabel usb a to b dari arduino ke laptop;
17. Konfigurasikan terlebih dahulu arduino dengan cara: pilih menu tools-board, pilih Arduino/Genuino Uno; pilih menu tools-port, pilih serial port yang sesuai dengan arduino board yang digunakan;
18. Lakukanlah percobaan sesuai data yang akan dicari pada Tabel 5.1;
19. Isilah Tabel 5.1 sesuai data yang telah didapatkan dari percobaan;
20. Lepaskan dan rapikan kembali peralatan yang telah digunakan, simpan kembali sesuai pada tempatnya semula;
21. Buatlah analisa data dan kesimpulan sesuai data percobaan yang telah didapatkan.

6. Daftar Pustaka

- [1] Prasimax, Tim, "Mikron Online - Mikrokontroler," PRASIMAX MIKRON, [Online]. Available: <https://bit.ly/2RX9JGL>. [Diakses Oktober 2018].
- [2] "Arduino," Wikipedia, [Online]. Available: <https://bit.ly/2jiEwzr>. [Diakses Oktober 2018].
- [3] "Arduino Uno," Components101, [Online]. Available: <https://bit.ly/2MJQ7H6>. [Diakses Oktober 2018].
- [4] Kushagra, "Arduino Promini," EngineersGarage, [Online]. Available: <https://bit.ly/2QTLWYd>. [Diakses Oktober 2018].
- [5] Nyebarin Ilmu, "Penjelasan tentang Input Output Arduino," Nyebarin Ilmu, [Online]. Available: <https://bit.ly/2DL4gj9>. [Diakses Oktober 2018].
- [6] T. Haryanto, "Analog Input Pada Arduino," CODEPOLITAN, [Online]. Available: <https://bit.ly/2Qh7FfL>. [Diakses Oktober 2018].

Complementary Metal Oxide Semiconductor

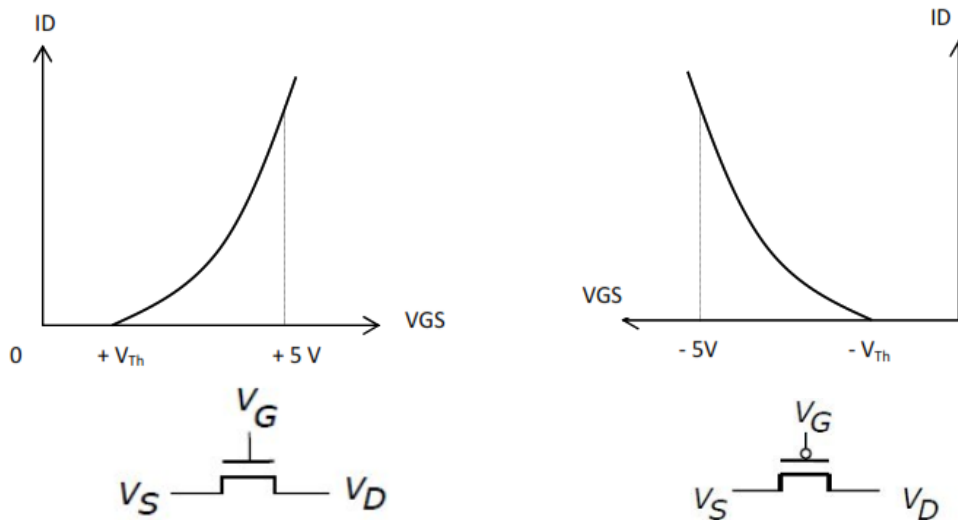
I. Tujuan percobaan

Mengetahui kelebihan dan kekurangan pada implementasi rangkaian transistor jenis MOSFET sebagai gerbang logika.

II. Dasar teori

II.1. CMOS

Suatu rangkaian logika umumnya dibangun dengan transistor yang beroperasi seperti saklar sederhana yang dikontrol oleh sinyal logika x . tipe transistor yang sering digunakan untuk mengimplementasikan saklar sederhana adalah MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor). MOSFET terdiri dari 2 tipe yaitu N-channel (NMOS) dan P-channel (PMOS).



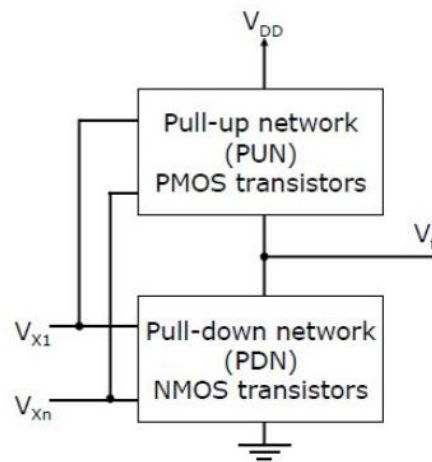
Gambar 1. Karakteristik serta simbol NMOS dan PMOS

Tipe terlama dan paling lambat keluarga MOS adalah tipe PMOS. NMOS digunakan pada serpih Large Scale Integration (LSI) yang banyak diaplikasikan pada mikroprocessor dan memori. Jenis yang paling populer pada keluarga IC ini adalah CMOS. Tidak hanya menggunakan salah satu transistor NMOS atau PMOS saja, rangkaian terintegrasi (IC, integrated circuit) yang menggunakan CMOS tersusun dari pasangan NMOS dan PMOS dalam satu chip.

CMOS dipakai secara luas dalam sistem-sistem yang membutuhkan konsumsi daya rendah, seperti pada kalkulator, jam tangan dan lain-lain. Kode standart untuk jenis IC ini adalah 40xxx.

II.2. Gerbang Logika CMOS

Gerbang logika adalah piranti elektronik yang dapat digunakan untuk mengimplementasikan logika-logika dasar. Pada Gerbang CMOS, transistor NMOS membentuk pull-down network (PDN) Sedangkan transistor PMOS membentuk pull-up network (PUN). Fungsi yang direalisasikan dengan PDN dan PUN adalah saling berkomplemen satu dengan yang lain.



Gambar 2. Rangkaian CMOS

Prinsip kerja transistor CMOS untuk melakukan fungsi-fungsi logika dasar, yaitu : NOT, AND, OR, NAND, NOT, buffer, gerbang transmisi, XOR dan XNOR.

III. Peralatan yang digunakan

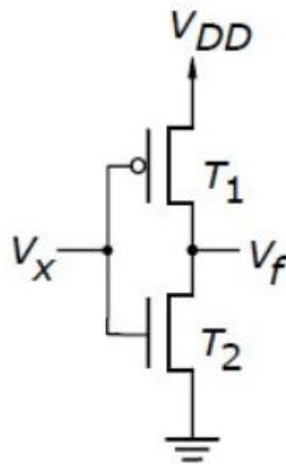
1. Catu daya
2. Protoboard
3. Multimeter
4. LED
5. Transistor AO3401A
6. Transistor 2N7002
7. Kabel penghubung
8. Data sheet masing-masing IC yang digunakan

IV. Prosedur Percobaan

Dalam setiap percobaan perlu dilakukan tahapan-tahapan berikut:

1. Persiapkan alat dan bahan percobaan
2. Rangkailah komponen seperti pada gambar rangkaian percobaan di project board
3. Hubungkan rangkaian ke catu daya, pastikan catu daya dalam keadaan mati sebelum dan saat merangkai
4. Nyalakan catu daya, pastikan rangkaian sudah terhubung dengan baik dengan catu daya
5. Berilah logika masukan pada titik masukan dengan cara menghubungkan ke VCC atau GND
6. Catat hasil percobaan pada masing-masing tabel.

IV.1. Percobaan CMOS gerbang NOT

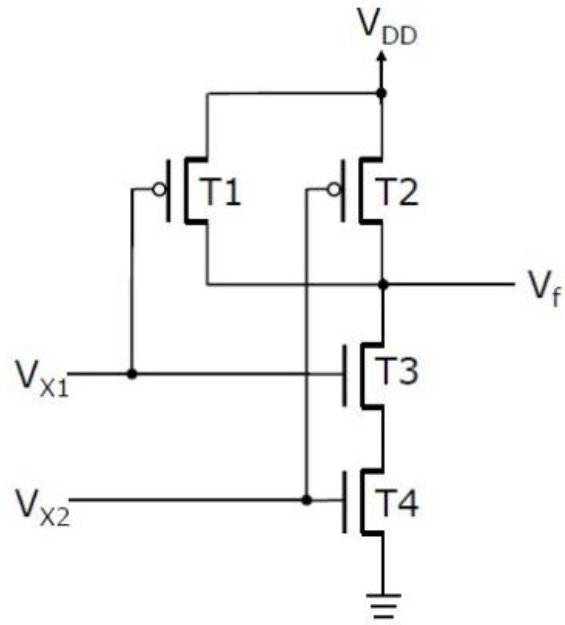


Gambar 3. Rangkaian percobaan CMOS gerbang NOT

Tabel 1. Data percobaan CMOS gerbang NOT

X	T₁	T₂	F
0
1

IV.2. Percobaan CMOS gerbang NAND

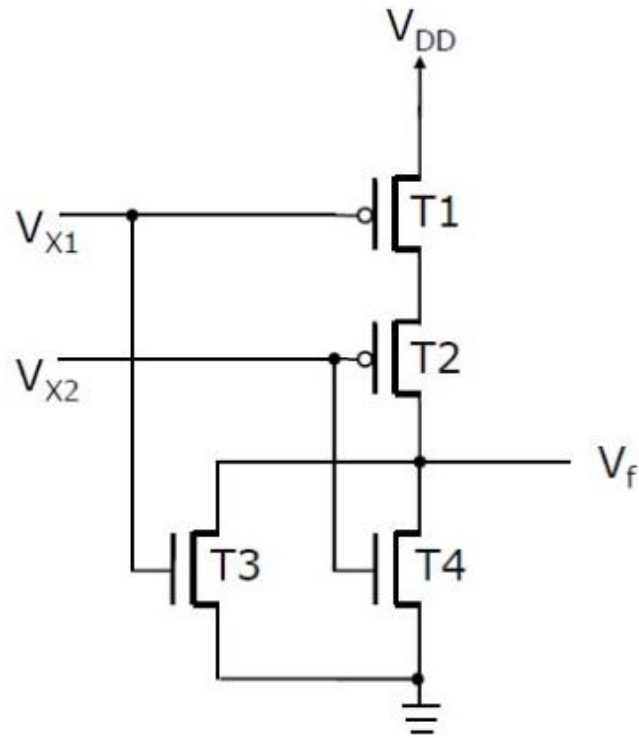


Gambar 4. Rangkaian percobaan CMOS gerbang NAND

Tabel 2. Data percobaan CMOS gerbang NAND

X_1	X_2	T_1	T_2	T_3	T_4	F
0	0	...	...	...	...	...
0	1	...	...	...	...	...
1	0	...	...	...	...	...
1	1	...	...	...	...	...

IV.3. Percobaan CMOS gerbang NOR



Gambar 5. Rangkaian percobaan CMOS gerbang NOR

Tabel 3. Data percobaan CMOS gerbang NOR

X_1	X_2	T_1	T_2	T_3	T_4	F
0	0	...	...	...	...	...
0	1	...	...	...	...	...
1	0	...	...	...	...	...
1	1	...	...	...	...	...

V. Tugas

1. Apakah perbedaan IC digital TTL dan IC digital CMOS ?
2. Apa pengaruh pembebanan R pull-up dan pull-down pada masing-masing gerbang ?
3. Apakah tabel kebenaran gerbang-gerbang berdasarkan percobaan sudah sesuai dengan teori, berikan ulasan dan kesimpulan
4. Buatlah rangkain CMOS NAND, NOR, AND, dan OR yang memiliki 3 input logika pada multisim, dan hitunglah jumlah transistor yang digunakan pada masing-masing gerbang