

SIRI 1

13 LANGKAH FAHAM ELEKTRONIK

UNTUK SEMICONDUCTOR DEVICES



SHAKIRAH BINTI ANUAR
ZAWIYAH BINTI MOKHTAR

Penyunting

Zawiyah binti Mokhtar

Penulis

Shakirah binti Anuar

Zawiyah binti Mokhtar

Rekabentuk

Shakirah binti Anuar

Penerbit dan Pembangunan Aplikasi

Copyright © 2022.

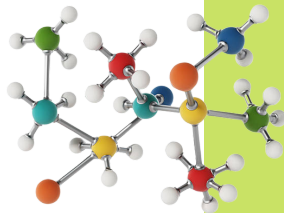
e ISBN 978-967-2740-30-8

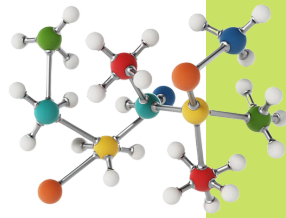
Hak cipta terpelihara. Tiada bahagian daripada penerbitan ini mungkin diterbitkan semula, diedarkan, atau dihantar dalam sebarang bentuk atau oleh mana-mana cara, termasuk fotokopi, rakaman, atau elektronik lain atau kaedah mekanikal, tanpa kebenaran bertulis terlebih dahulu daripadapenerbit, kecuali dalam hal petikan ringkas yang terkandung dalam ulasan kritikal dan penggunaan bukan komersial lain yang dibenarkan oleh undang-undang hak cipta. Untuk permintaan kebenaran, tulis kepada penerbit di alamat di bawah.

Penerbit

Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah (PTSB)

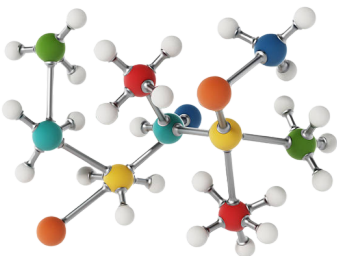
Kulim Hi-Tech Park, 09090 Kulim, Kedah.

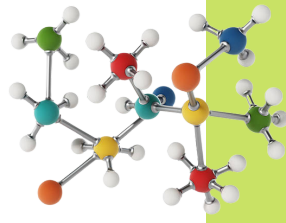




Prakata

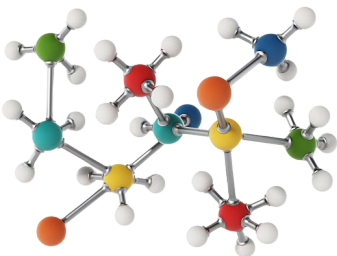
Alhamdulillah syukur ke hadrat Allah SWT kerana dengan limpah kurniaNya dan kebenaran kami dapat menyiapkan e-Book Langkah-Langkah Faham Elektronik. Terima kasih kepada keluarga dan rakan-rakan kami di Politeknik Jabatan Elektrik Tuanku Sultanah Bahiyah untuk menjadi pasukan sokongan dalam proses menyiapkan e-Book ini. Kami juga ingin mengucapkan terima kasih kepada "Pasukan E-Book PTSB" dan pasukan teknikal yang telah membimbing kami dalam menyiapkan e-Book ini. Semoga pembaca boleh menimba sedikit pengetahuan dan pengalaman dalam memahami elektronik secara asasnya.



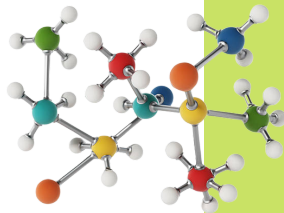


Abstract

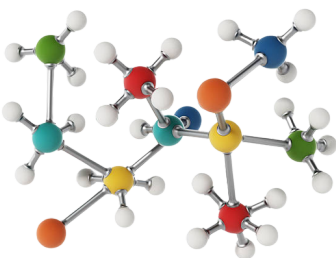
Tujuan penghasilan E-book "13 Langkah Faham Elektronik" ini adalah untuk memberi pengetahuan asas kepada pelajar dalam memahami kursus elektronik terutama kursus Peranti Semikonduktor. Pelajar boleh mempelajari secara ringkas tentang perkara asas elektronik yang perlu difahami sebelum belajar lebih mendalam bidang kejuruteraan Elektrik atau Elektronik.



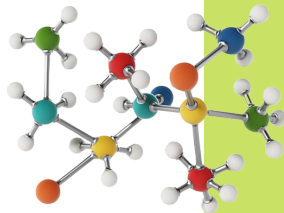
Senarai Kandungan



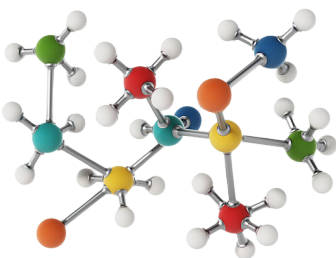
Pengenalan	1
Langkah 1	2
Langkah 2	3
Langkah 3	7
Langkah 4	8
Langkah 5	9
Langkah 6	10
Langkah 7	11
Langkah 8	12
Langkah 9	17
Langkah 10	20
Langkah 11	22
Langkah 12	23
Langkah 13	26

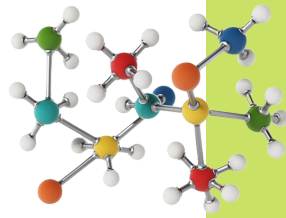


Senarai Rajah



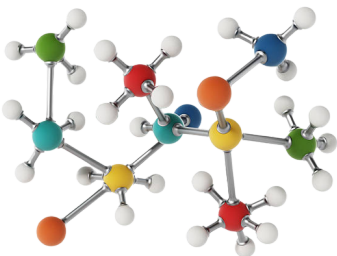
Rajah 1	7
Rajah 2	8
Rajah 3	9
Rajah 4	10
Rajah 5	14
Rajah 6	16
Rajah 7	17
Rajah 8	18
Rajah 9	19
Rajah 10	21
Rajah 11	21
Rajah 12	23
Rajah 13	23
Rajah 14	24
Rajah 15	25
Rajah 16	26
Rajah 17	27



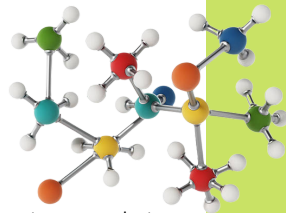


Senarai Jadual

Jadual 1 - Unit SI	2
Jadual 2 - Unit Prefix	4
Jadual 3 - Bilangan elektron valens	11
Jadual 4 - Bilangan elektron pada setiap petala	12
Jadual 5 - Beza antara dua kaedah sambungan	29



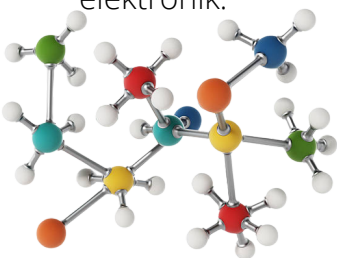
Pengenalan



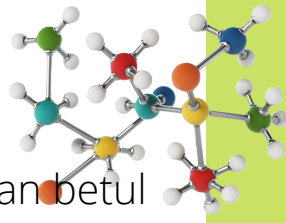
Buku ini ditulis tentang langkah asas untuk setiap pelajar terutama pelajar kejuruteraan elektrik dan elektronik lebih fokus kepada perkara utama untuk memahami mata pelajaran elektronik. Ini adalah kerana ramai pelajar mengadu tentang mata pelajaran atau kursus elektronik sukar difahami untuk dikuasai. Hasilnya tidak ramai yang lulus dengan cemerlang. Teknologi terkini sangat banyak menggunakan peranti elektronik seperti telefon pintar, tablet, lap top, komputer peribadi, TV pintar dan lain-lain. Berikut adalah antara faktor pelajar kurang menguasai kursus elektronik:

- i.)Tidak suka tengok litar elektrik & elektronik
- ii.)Tidak faham konsep aliran arus elektrik
- iii.)Tidak suka pengiraan atau persamaan
- iv.)Tidak suka hafal formula
- v.)Tidak hafal dan tahu penggunaan unit SI (International systems of Unit)
- vi.)Cuai dalam penggunaan kalkulator
- vii.)Silap tulis titik perpuluhan atau tidak hafal unit prefix fizik
- viii.)Tidak tahu apa yang terkandung dalam bahan jenis N (negatif) dan jenis P (positif)

Oleh itu buku ini ditulis sebagai rujukan supaya pelajar dapat mengikuti langkah demi langkah untuk faham elektronik.



Langkah 1

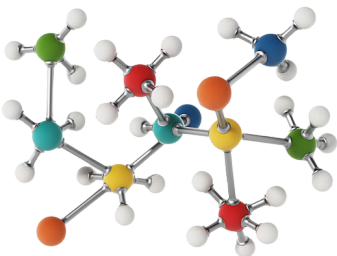


Tahu Unit SI dan dapat menulis dengan betul

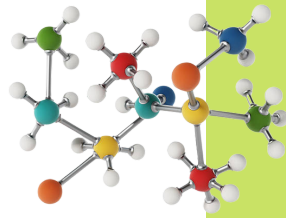
Jadual 1: Unit SI

kuantiti fizik	Unit
masa	t
arus	Ampere (A)
rintangan	Ohm
kearuhan	Henry
frekuensi	herzt (Hz)
kapasitan	Farad (F)
beza upaya	Volt (V)

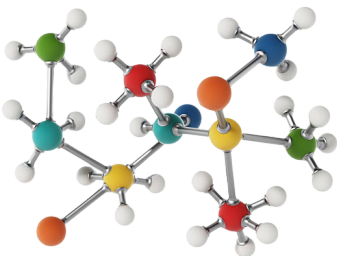
selain dari yang di atas pelajar harus juga tahu & ingat unit-unit untuk kuantiti yang lain.

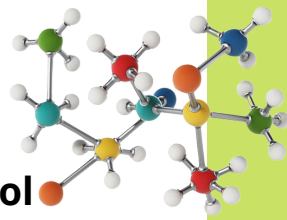


Langkah 2



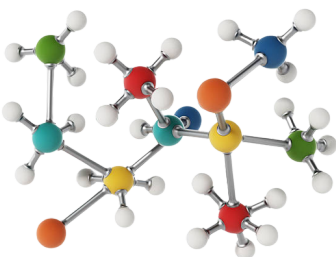
Hafal unit prefix fizik. Ini sangat penting untuk meringkaskan penulisan sesuatu nilai ukuran hasil kiraan. Sebagai contoh, dalam elektronik kiraan bagi arus biasanya sangat kecil iaitu dalam mili ampere atau mikro ampere sahaja. Oleh itu pelajar perlu hafal unit prefix ini untuk memudahkan penulisan hasil jawapan dari kalkulator. Berikut adalah unit prefix yang telah selaras digunakan:

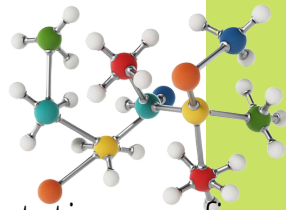




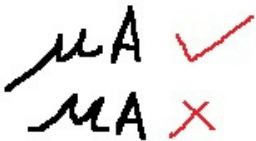
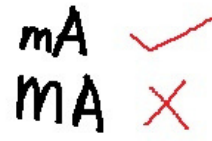
Jadual 2: Unit Prefix dan simbol

Prefix	Faktor	Simbol
Terra	$\times 10^{12}$	T
Giga	$\times 10^9$	G
Mega	$\times 10^6$	M
kilo	$\times 10^3$	K
Hekta	$\times 10^2$	H
Deka	$\times 10^1$	D
desi	$\times 10^{-1}$	D
centi	$\times 10^{-2}$	C
mili	$\times 10^{-3}$	m
mikro	$\times 10^{-6}$	μ
nano	$\times 10^{-9}$	n
piko	$\times 10^{-12}$	p



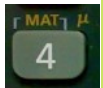


Perhatikan di dalam senarai terdapat tiga prefix yang bermula dengan huruf M iaitu Mega, mili dan mikro, pastikan nilai yang besar dan kecil ditulis dengan betul dan ketinggian yang betul. Ini adalah antara kesalahan yang selalu dilakukan oleh pelajar:

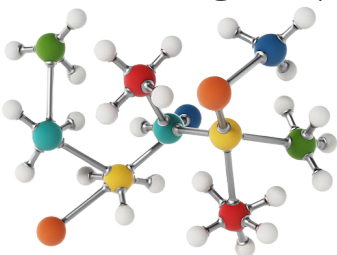



Contoh: Penggunaan calculator untuk mengira nilai yg kecil atau terlalu besar.

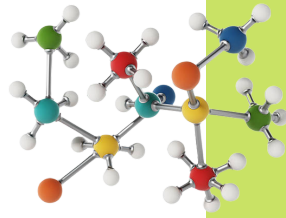
Fungsi prefix menggunakan Kalkulator fx-570MS
5 μ A:

Tekan nilai  (5) & tekan shift  &  untuk prefix mikro. Selepas pengiraan, untuk mendapatkan nilai prefix yang sesuai, perlu menekan:

Shift Eng - dapat nilai lebih kecil atau **Eng** - dapat nilai lebih besar



Contoh:

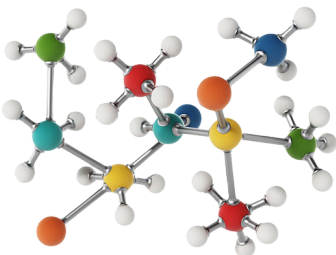


- a) Arus elektrik bernilai **1 mili ampere** boleh ditulis seperti di bawah ini:

$$0.001\text{A} = 1 \times 10^{-3} \text{ A} = \mathbf{1\text{mA}}$$

- b) Arus elektrik bernilai **60 mikro ampere** boleh ditulis seperti ini:

$$0.00006\text{A} = 0.6 \times 10^{-5} \text{ A} = \mathbf{60\mu\text{A}}$$



Langkah 3

ilpage

Fahamkan prinsip atau konsep hukum Ohm,

$$V = IR$$

V = seperti tangki air

I = air

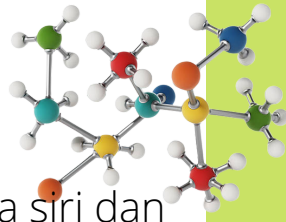
R = salur paip

Kecil nilai R maka Tinggi nilai arus, begitu sebaliknya jika tinggi nilai R maka rendah nilai arus.



Rajah 1: Gambaran tentang apa itu rintangan rendah & rintangan tinggi

Langkah 4



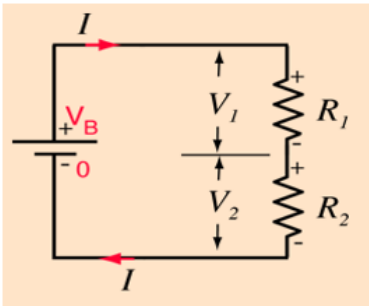
Fahamkan aliran arus elektrik secara siri dan selari.

Boleh gunakan tips ini untuk mengingat:

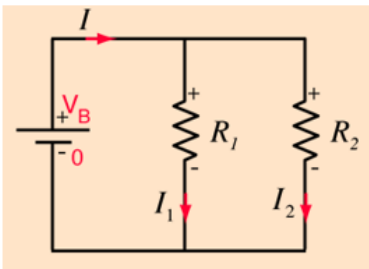
SE**S**IRI = SI = Sama I (arus), lain voltan

SE**L**ARI = LA = Lain Arus, sama voltan

Lukis litar siri & selari



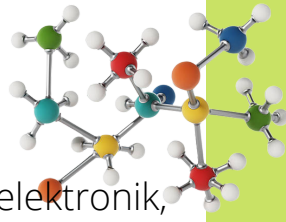
SE**S**IRI = Sama Arus (I),
Lain Voltan



SE**L**ARI = Lain Arus,
Sama Voltan

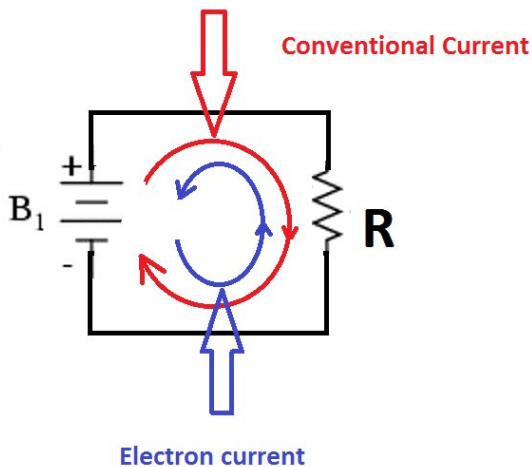
Rajah 2: Perbezaan antara litar sesiri & selari

Langkah 5

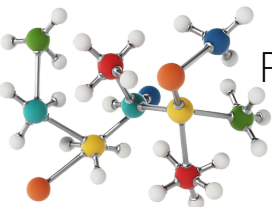


Jika membaca & merujuk buku-buku elektronik, perhatikan terma yang digunakan. Adakah menggunakan terma arus (I) atau elektron (e). Penting untuk tahu di sini bahawa elektron dikatakan bergerak dari bahan N ke bahan P, manakala arus mengalir dari terminal positif ke terminal negatif. Tetapi sebenarnya ia adalah keadaan yang sama di mana adanya pergerakan elektron, maka adalah pengaliran arus. Hanya untuk pengetahuan supaya pelajar tidak keliru dengan arah tandaan aliran arus atau pergerakan elektron di dalam mana-mana buku rujukan.

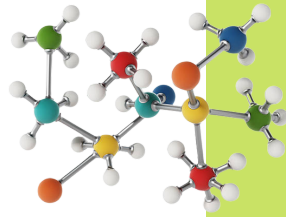
Contoh:



Rajah 3: Arah aliran arus

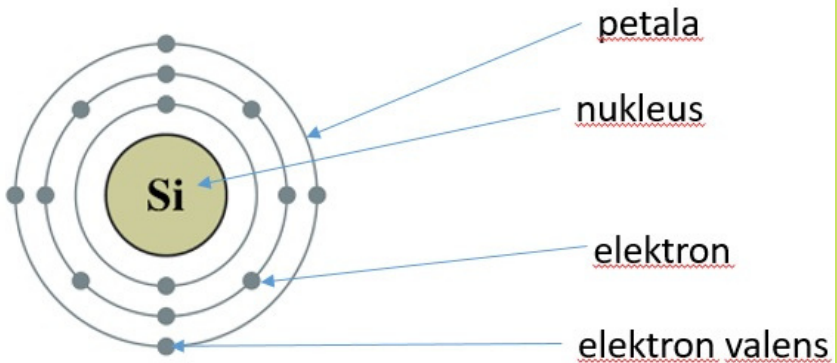


Langkah 6

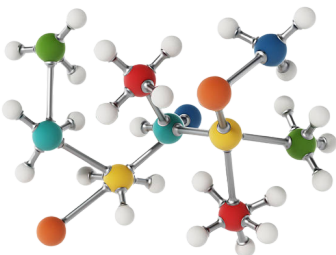


Kenal bahan penebat, pengalir dan separa pengalir melalui ciri struktur atom dan bilangan elektron valens.

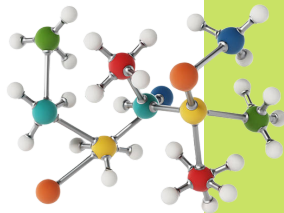
Untuk langkah ini pelajar perlu faham struktur atom. Atom terdiri dari nukleus, petala, proton dan elektron.



Rajah 4: Struktur Atom
(Atom Silikon, Si : No atom=14)



Langkah 7

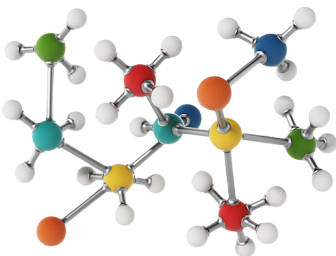


Hafal bilangan elektron valens untuk setiap kategori bahan.

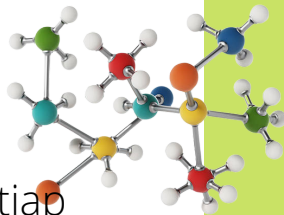
Jadual 3: bilangan elektron valens

Bahan	Elektron valens
pengalir	1,2,3
separa pengalir	4
penebat	5,6,7,8

Elektron valens ialah bilangan elektron yang berada pada petala paling akhir pada sesebuah struktur atom dan bilangannya mesti kurang atau sama dengan lapan (≤ 8).



Langkah 8



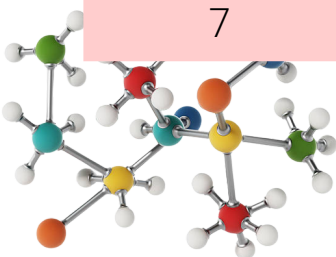
Hafal cara mengira elektron pada setiap petala dengan formula:

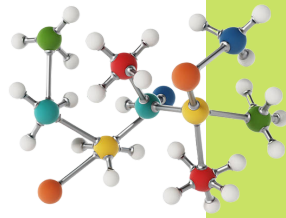
$$2 \times n^2$$

Di mana n = bilangan petala

Jadual 4: Bilangan elektron pada setiap petala

n	petala	Bilangan elektron maksimum
1	$K = 2 \times 1$	2
2	$L = 2 \times 4$	8
3	$M = 2 \times 9$	18
4	$N = 2 \times 16$	32
5	$O = 2 \times 25$	50
6	$P = 2 \times 36$	72
7	$Q = 2 \times 49$	98



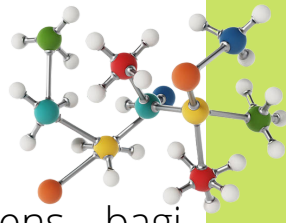


Contoh 1:

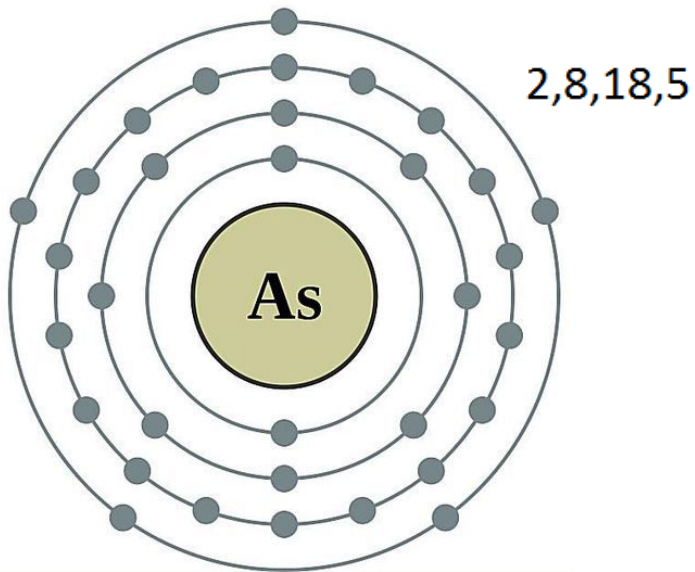
Cara menentukan bilangan elektron pada setiap petala bagi bahan Arsenik yang mempunyai nombor atom sebanyak 33.

33	
— <u>2</u>	petala pertama, K
31	
— <u>8</u>	petala kedua, L
23	
— <u>18</u>	petala ketiga, M
5	petala kelima, N

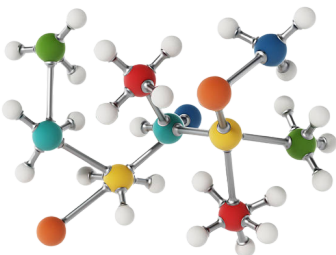
Jumlah asal 33 ditolak dengan bilangan elektron yang layak menghuni petala pertama sebanyak **2** berbaki 31. Kemudian ditolak lagi bilangan elektron petala kedua sebanyak **8** meninggalkan baki sebanyak 23. Seterusnya ditolak lagi bilangan elektron petala ketiga iaitu **18** akan meninggalkan baki sebanyak **5**. Kerja penolakan akan dihentikan sehingga bilangan elektron mencapai 8 atau kurang dari 8.

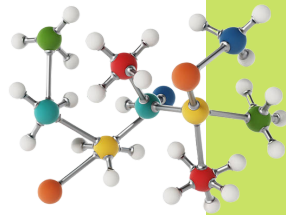


Oleh itu bilangan elektron valens bagi Arsenik ialah 5. Bahan yang mempunyai elektron valens sebanyak 5 juga dikenali sebagai **bahan Pentavalens**. Rajah 5 di bawah menunjukkan struktur atom bagi Arsenik (As).



Rajah 5: Struktur atom Arsenik (As)



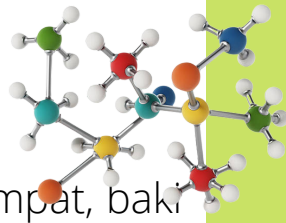


Contoh 2:

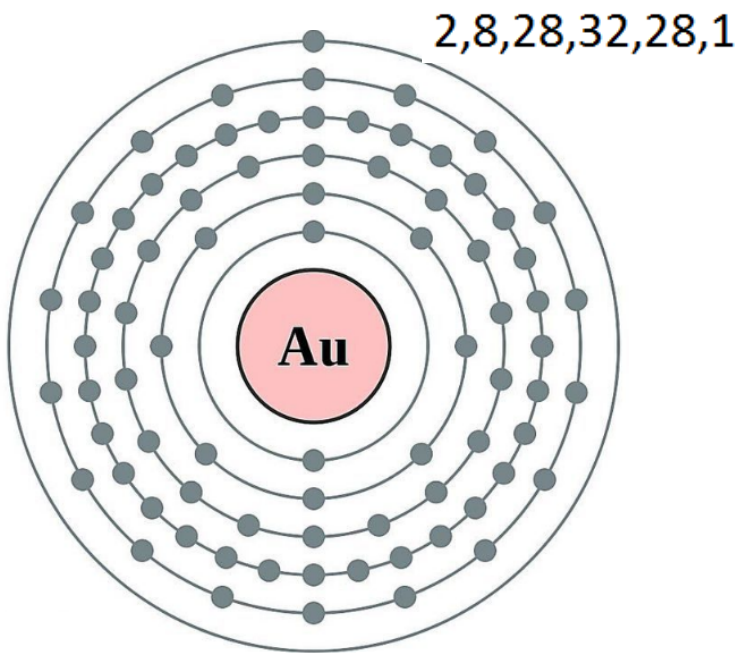
Cara menentukan bilangan elektron pada setiap petala bagi bahan Aurum yang mempunyai nombor atom sebanyak 79.

79	
— <u>2</u>	petala pertama, K
77	
— <u>8</u>	petala kedua, L
69	
— <u>18</u>	petala ketiga, M
51	
— <u>32</u>	petala keempat, N
19	
— <u>18</u>	petala kelima, O
1	petala keenam, P

Langkah sama seperti contoh 1, bilangan elektron perlu ditolak mengikut bilangan maksima yang boleh dihuni oleh elektron pada setiap petala.

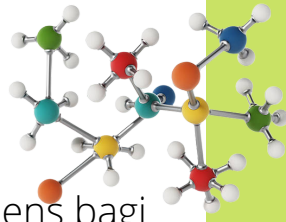


Perhatikan selepas pada petala keempat, baki elektron hanya **19**. Bilangan ini tidak memenuhi syarat elektron valens yang mesti kurang dari 8, oleh itu perlu ditolak lagi dengan bilangan maksimum yang terhampir dengan baki yang ada (rujuk jadual 4). Untuk contoh ini bilangan yang terhampir adalah 18. Maka 19 tolak 18 hasilnya hanya **1** elektron valens yang tinggal.

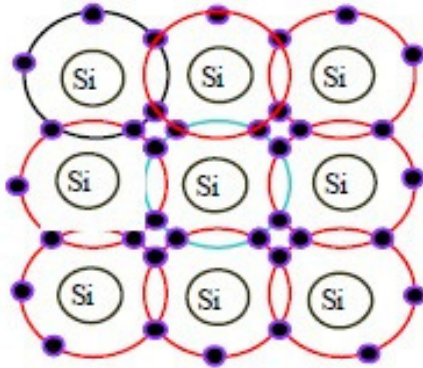


Rajah 6: Struktur atom Aurum (Au)

Langkah 9



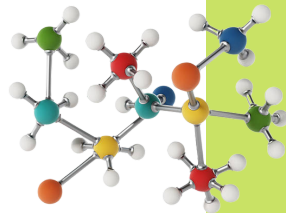
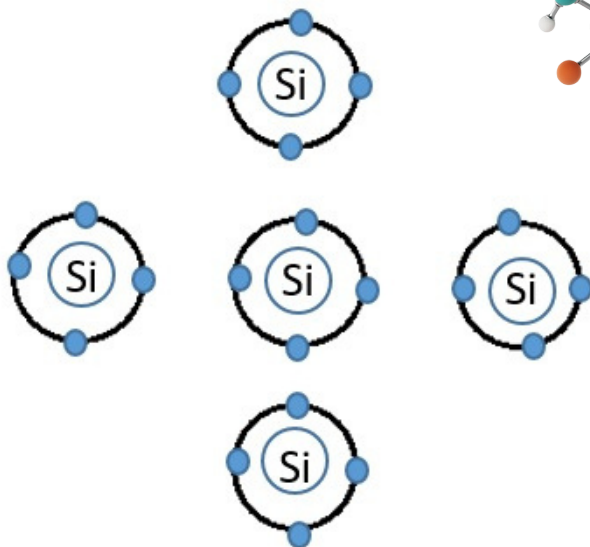
Fahamkan Rajah struktur ikatan kovalens bagi bahan separa pengalir tulen seperti Silikon & Germanium.



Rajah 7: Struktur ikatan kovalen

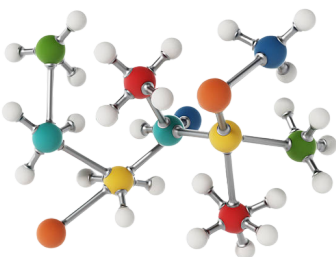
Rajah 7 menunjukkan ikatan kovalen dalam keadaan normal tanpa dipengaruhi oleh perubahan suhu atau bekalan voltan. Atom silikon saling terikat antara satu sama lain dan berkongsi elektron valens yang mana masing-masing akan mendapat jumlah elektron valens 8 (lihat struktur yang paling tengah dalam rajah 5). Pada ketika ini Silikon adalah bersifat penebat.

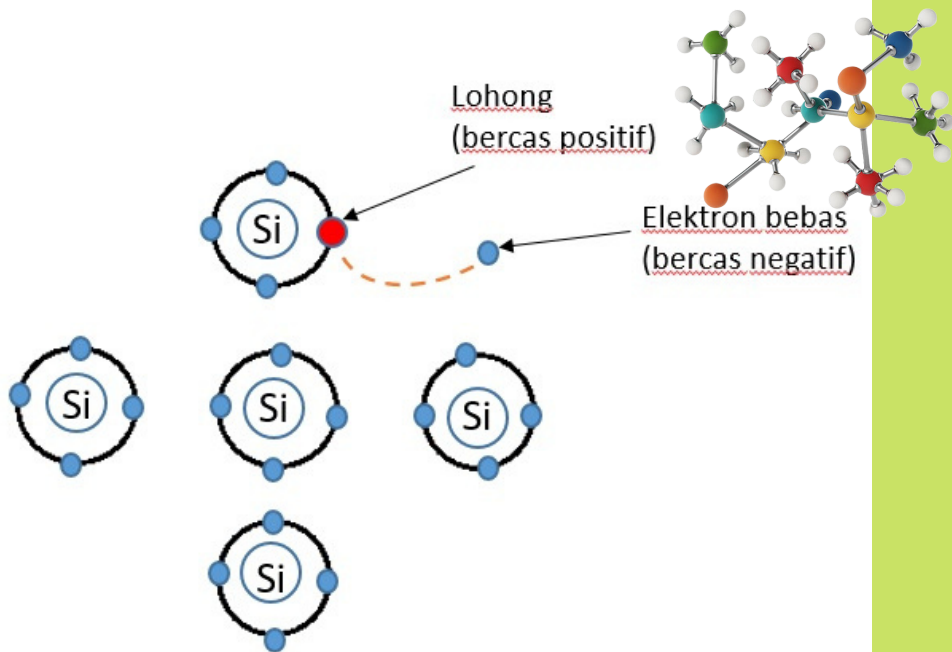
Nota: perhatikan bahawa ikatan kovalen dilukis hanya diwakili oleh elektron valens sahaja.



Rajah 8: bilangan elektron valens sebanyak 4 pada setiap atom

Jika ada peningkatan suhu, ikatan kovalen mulai terlerai dan menyebabkan setiap atom mendapat bilangan elektron sebanyak 4 masing-masingnya. Pada ketika ini ia bersifat separa pengalir (semikonduktor).

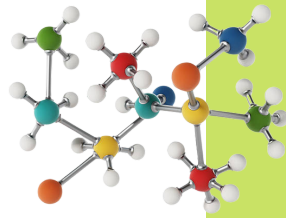




Rajah 9: Elektron keluar dari tempatnya dan meninggalkan lohong yang bercas positif

Apabila suhu semakin meningkat elektron mulai bergetar lalu terkeluar dari tempatnya sehingga menjadikan ia sebagai elektron bebas. Pembebasan ini menyebabkan terhasilnya ruang lohong yang bercas positif. Elektron akan terus mencari ruang kosong (lohong) lain sebagai tempat barunya. Dengan adanya pergerakan elektron inilah maka terhasilnya pengaliran arus. Oleh itu Silikon dan Germanium boleh berubah dari penebat kepada pengalir, keadaan perubahan ini dikenali sebagai **separa pengalir (Semiconductor)**.

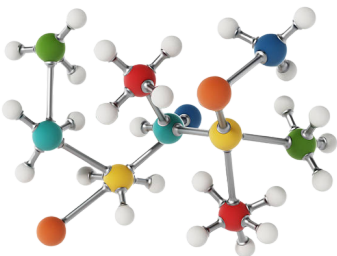
Langkah 10

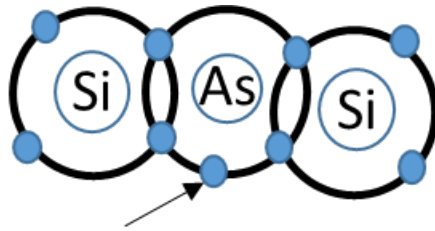


Faham tentang bagaimana penghasilan bahan jenis N (negatif) dan jenis P (positif).

laitu melalui proses doping. Proses Doping adalah proses mencampurkan bahan asing dengan bahan semikonduktor tulen seperti Silikon (Si) atau Germanium (Ge). Proses ini adalah untuk meningkatkan kekonduksian bahan dan menambah elektron ke jalur konduksi.

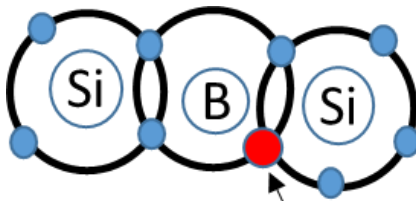
Bahan Jenis N terhasil apabila bahan kumpulan 5 (pentavalen) iaitu Arsenic & Antimoni didopingkan dengan semikonduktor tulen, manakala bahan jenis P terhasil daripada proses doping Silikon atau Germanium dengan bahan dari kumpulan 3 (trivalen) seperti Aluminium & Boron.





Elektron bebas,
Bercas negatif ilpage

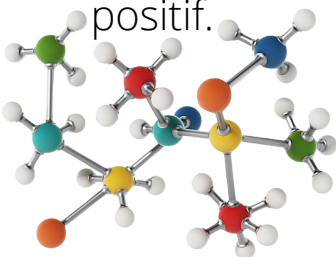
Rajah 10: Ikatan kovalens bagi bahan N



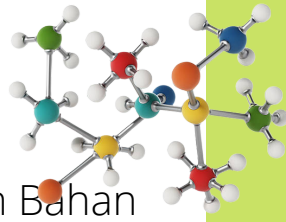
lohong,
bercas positif

Rajah 11: Ikatan kovalens bagi bahan P

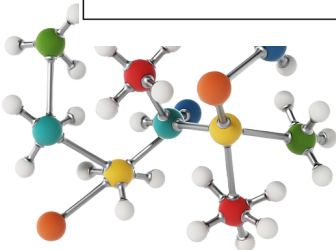
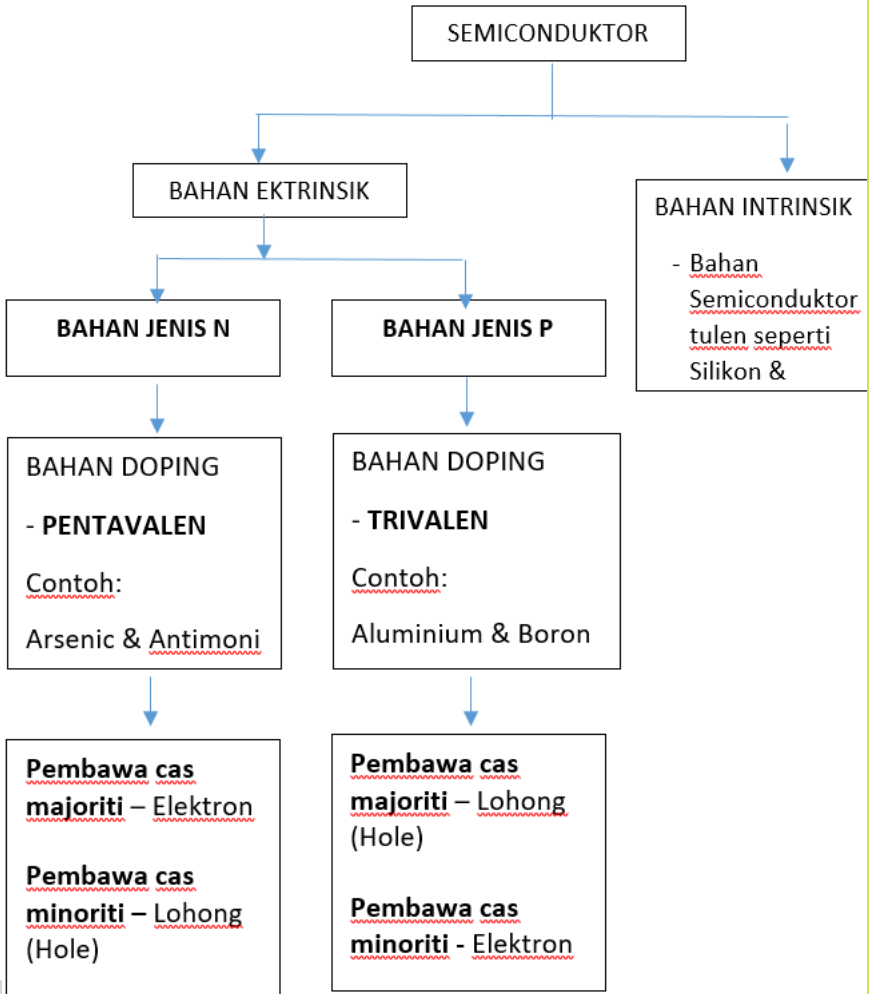
Bahan N akan banyak mengandungi elektron bebas, manakala Bahan P akan banyak mengandungi lohong atau hole yang bercas positif.



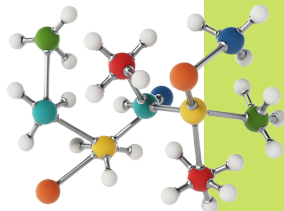
Langkah 11



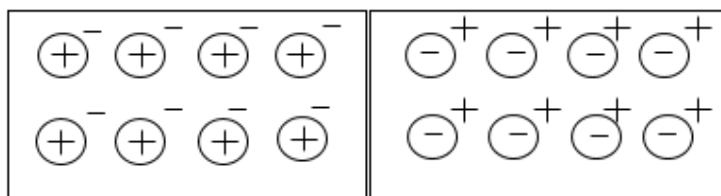
Tahu apa yang terkandung di dalam Bahan Jenis N dan Jenis P
Pembawa arus majority:



Langkah 12



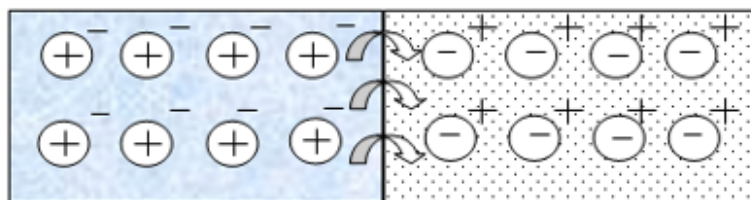
Faham apa yang berlaku sekiranya kedua-dua bahan jenis N dan P diletakkan bersebelahan. Rajah 12 menunjukkan dua jenis bahan N dan P diletakkan bersebelahan, cantuman dua bahan ini dikenali sebagai Simpang P-N.



Bahan-N

Bahan-P

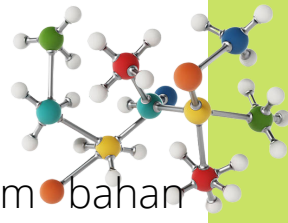
Rajah 12: Simpang P-N



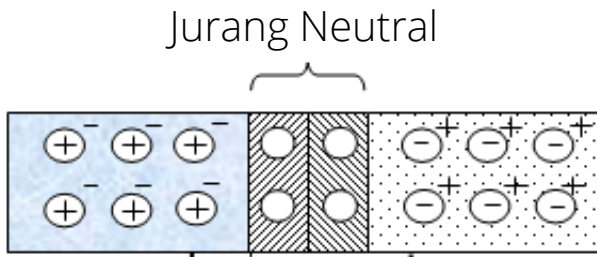
Bahan-N

Bahan-P

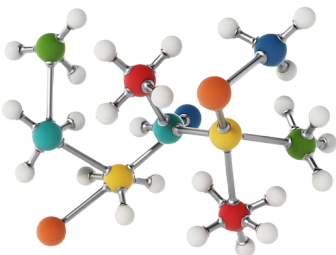
Rajah 13: Elektron tertarik untuk mengisi hole pada kawasan sempadan

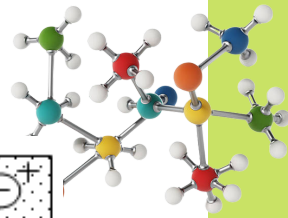
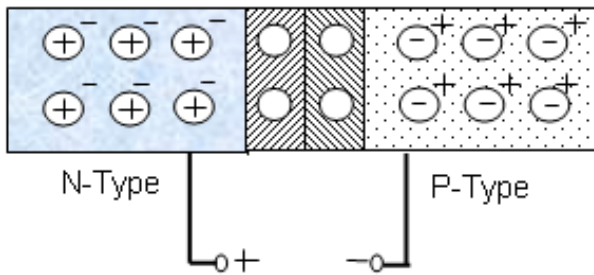


Elektron yang berhampiran dalam bahan jenis N akan tertarik untuk mengisi ruang lohong dalam bahan Jenis P. Pergerakan ini akan menyebabkan berlakunya jurang neutral. Pergerakan elektron hanya akan berhenti setelah lohong yang berdekatan telah habis diisi.



Rajah 14: Jurang Neutral yang juga dikenali sebagai Neutral region @ *depletion region*





Rajah 15: Voltan Lutut @ *Knee Voltage*

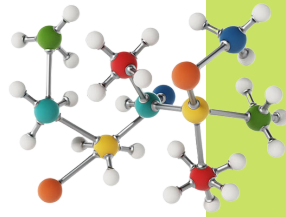
Voltan berlaku apabila terdapat ion positif dan negatif di kawasan tersebut. Voltan ini dipanggil voltan lutut / *Knee Voltage* (V_k). Voltan lutut bergantung pada peranti semikonduktor yang digunakan dalam bahan. Untuk silikon, voltan lutut sama dengan 0.7V. Sementara itu, Germanium bersamaan dengan 0.3V. Voltan lutut ditunjukkan dalam rajah 14. Seseengah buku juga menyatakan voltan lutut sebagai Voltan Sawar @ *Threshold Voltage*.

Sentiasa ingat persamaan ini:

Si, $V_k = 0.7V$

Ge, $V_k = 0.3V$

Langkah 13



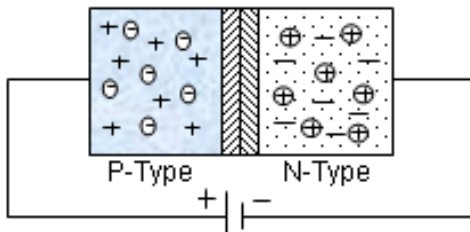
Hafal keadaan pada waktu bagaimana arus akan mengalir dan keadaan bagaimana pula arus tidak mengalir.

Pincang hadapan - arus mengalir

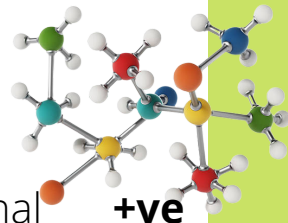
Pincang songsang- arus tidak mengalir

Bagaimana?

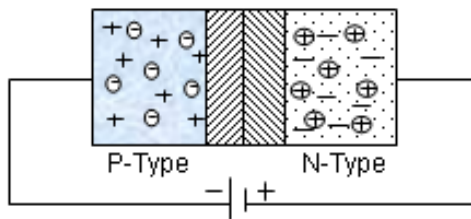
Setelah pergerakan elektron berhenti di mana tiada lagi lohong yang berhampiran, maka tiba masanya untuk kedua-dua bahan N & P diberikan sokongan luar iaitu bekalan voltan. Rajah 16 & 17 menunjukkan dua kaedah sambungan.



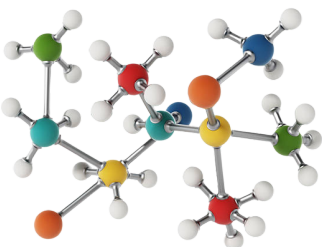
Rajah 16: Pincang hadapan

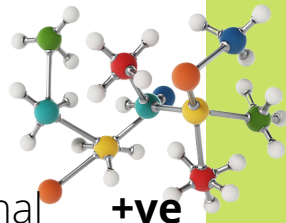


Pincang hadapan - Terminal **+ve** disambungkan kepada bahan **jenis P** dan **-ve** Terminal disambungkan kepada bahan **Jenis-N**. Elektron akan bergerak ke simpang P-N (sempadan gabungan), begitu juga dengan *hole* yang akan turut menghampiri sempadan. Keadaan ini menyebabkan **pengurangan** kawasan jurang neutral. Apabila kawasan ini kecil maka rintangan adalah **rendah**, oleh itu elektron dapat melepasi untuk mendapatkan hole pada kawasan seberang. Keadaan ini dikatakan **adanya pengaliran arus**.



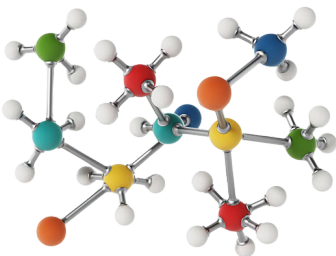
Rajah 17: Pincang songsang

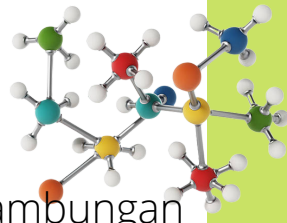




Pincang songsang - Terminal **+ve** disambungkan kepada bahan **jenis-N** dan Terminal **-ve** disambungkan kepada bahan **Jenis-P**. Elektron akan bergerak ke terminal bekalan positif, begitu juga dengan hole akan bergerak ke bekalan negatif. Oleh itu, kawasan jurang neutral akan **bertambah lebar**. Keadaan ini menyebabkan rintangan menjadi **tinggi**, maka arus **tidak dapat mengalir**. Namun terdapat sebilangan kecil elektron yang dapat menyeberang. Pergerakan kecil elektron ini yang dikatakan sebagai arus bocor (*leakage current*).

Arus bocor sangat kecil biasanya hanya dalam mikroampere.

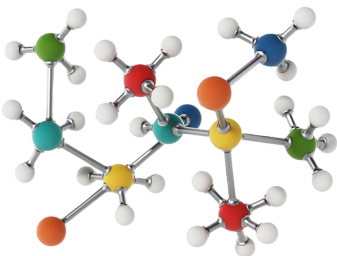




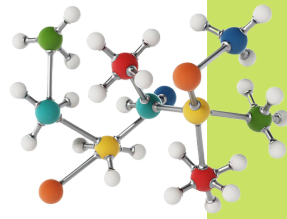
Tiga perbezaan penting antara sambungan pincang hadapan & pincang songsang boleh dirujuk melalui jadual di bawah:

Jadual 5: Beza antara dua kaedah sambungan

Keadaan	Pincang hadapan	Pincang songsang
Kawasan neutral	kecil/sempit	besar/lebar
rintangan	rendah	tinggi
pengaliran arus	berlaku	tidak berlaku (tetapi ada arus bocor)

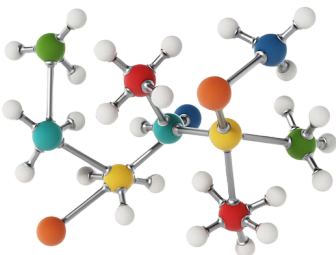


Langkah seterusnya



Mengetahui & mengenal komponen -
komponen semikonduktor seperti Diod,
Transistor, Tyristor dan lain-lain.

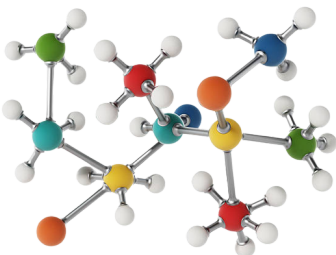
Aplikasi setiap komponen akan ditulis di
dalam buku siri seterusnya.



Rujukan

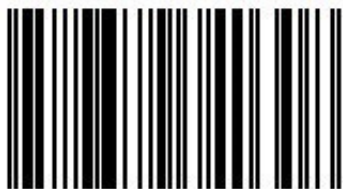


1. Mitchel E. Schultz, (2015). Grob's Basic Electronics. McGraw Hill.
2. Muret (2017). Fundamental Of Electronics 1: Electronics Components and Elementary Funtions, Volume 1 Electronics Engineering series, John Wiley & Sons.
3. Robert L. Boylestad, Louis Nashelsky (2013). Electronic Devices and Circuit Theory (11th), Pearson Education
4. Thomas L. Floyd, (2017). Electronic Devices (Electron Flow Version) (10th), Pearson.
5. Albert Malvino, David J Bates (2015). Electronic Principles (7th), McGraw Hill
6. Nurul Asyikin Mad Yusuf, NorAsilah Surip, Yusnirah Yusop, Yuzi Saidun, (2017). Semiconductor Devices, Oxford Fajar Sdn Bhd.





e ISBN 978-967-2740-30-8



9 7 8 9 6 7 2 7 4 0 3 0 8

