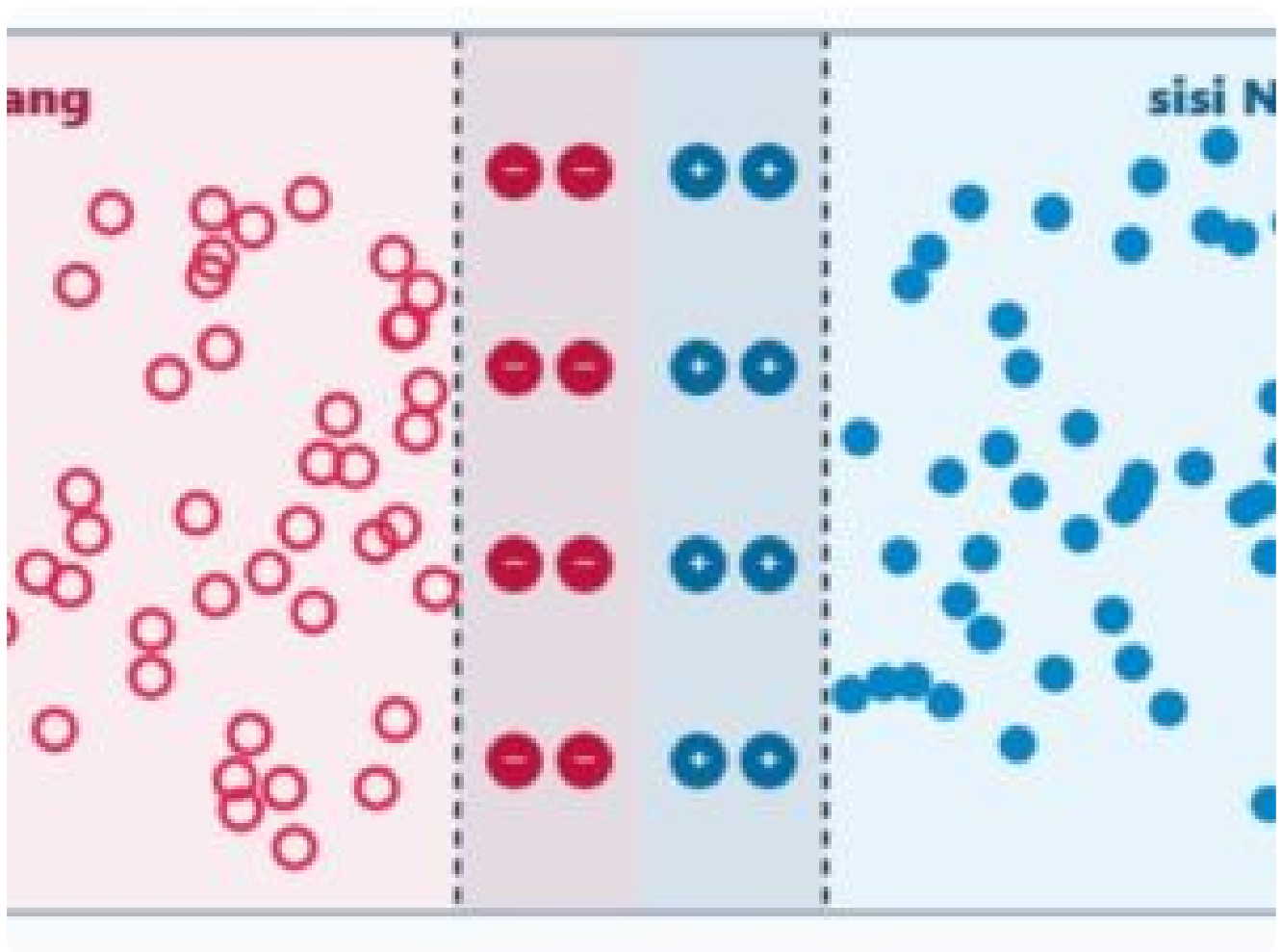


Mengapa Dioda Hanya Mengalirkan Arus Satu Arah?

24 Agustus 2026 • Artikel

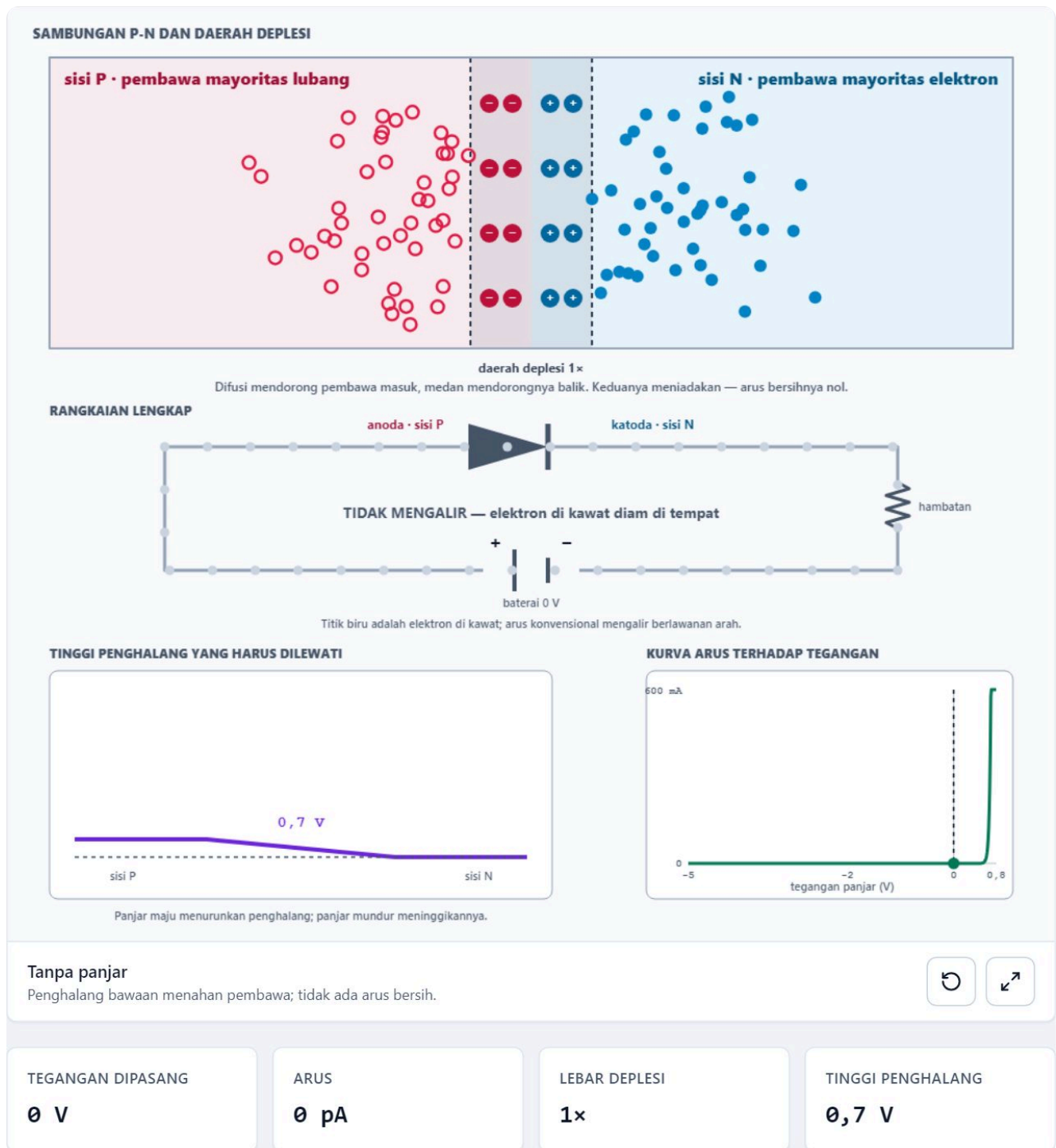
Dioda tidak punya bagian yang bergerak, tetapi bisa membedakan arah arus. Rahasiannya ada pada satu lapisan tipis yang terbentuk sendiri ketika dua potong silikon berbeda disatukan.



Sebuah dioda tampak sederhana: badan kecil dengan satu garis melingkar di salah satu ujungnya. Pasang menghadap satu arah, arus lewat. Balik posisinya, arus berhenti. Padahal komponen itu tidak punya bagian yang bergerak, tidak ada sakelar di dalamnya, dan bahannya sama saja di kedua ujung — silikon.

Lalu apa yang membuatnya bisa membedakan arah?

Jawabannya ada pada satu lapisan setipis rambut di tengah komponen itu, yang terbentuk sendiri begitu dua potong silikon dengan sifat berbeda disatukan.



Sambungan P-N tanpa tegangan luar. Penghalang bawaan setinggi 0,7 eV menahan pembawa, dan tidak ada arus yang mengalir.

Apa yang sebenarnya ada di dalam dioda?

Silikon murni adalah bahan yang setengah menghantar. Elektron-elektronnya terikat cukup kuat pada ikatan antaratom, sehingga hanya sedikit yang bebas bergerak. Ia bukan penghantar

seperti tembaga, bukan pula penyekat seperti kaca.

Sifat itu berubah drastis bila silikon **didoping**, yaitu disisipi atom asing dalam jumlah sangat kecil.

Sisi N disisipi atom seperti fosfor, yang punya satu elektron lebih banyak daripada yang dibutuhkan ikatan. Elektron berlebih itu bebas berkeliaran, sehingga pembawa muatan mayoritas di sisi ini adalah **elektron** yang bermuatan negatif.

Sisi P disisipi atom seperti boron, yang justru kekurangan satu elektron. Kekosongan itu berpindah-pindah dari ikatan ke ikatan dan berperilaku persis seperti muatan positif yang bergerak. Kekosongan itulah yang disebut **lubang**, dan ia menjadi pembawa mayoritas di sisi P.

Satu hal penting yang sering terlewat: **kedua sisi tetap netral secara listrik**. Atom dopannya menyumbang pembawa bergerak, tetapi inti atomnya tetap di tempat dengan muatan yang mengimbangi. Sisi N tidak bermuatan negatif, dan sisi P tidak bermuatan positif.

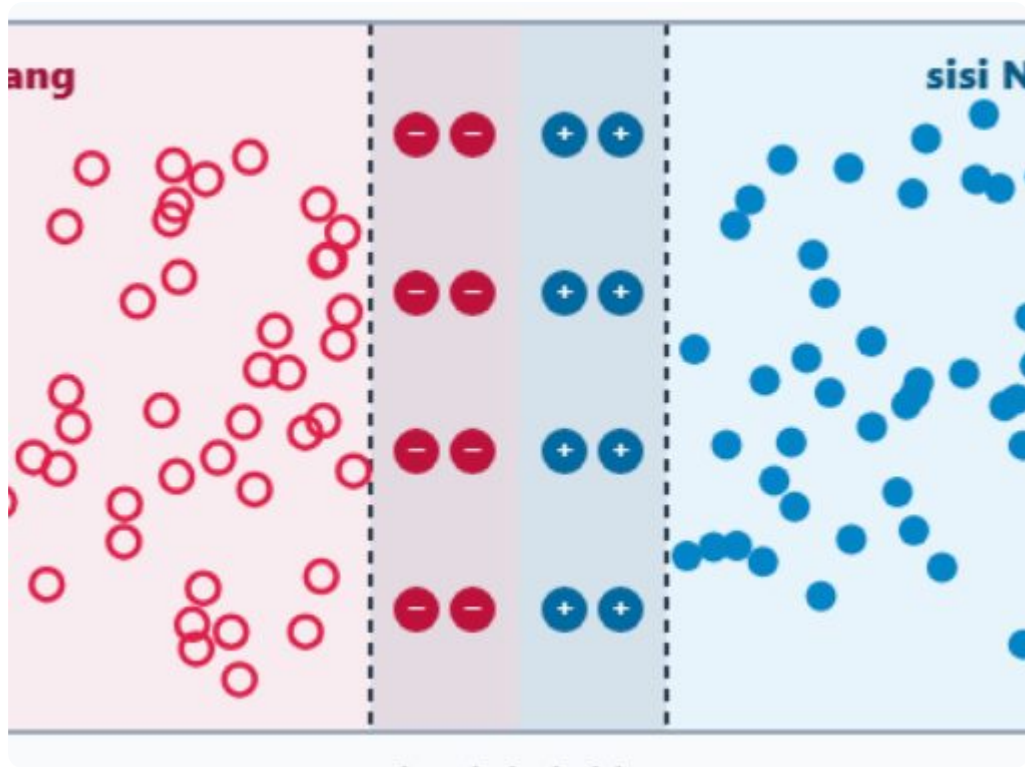
Apa yang terjadi ketika sisi P dan sisi N disambung?

Di sinilah semuanya bermula.

Begitu keduanya bersentuhan, elektron di sisi N mendapati daerah di sebelahnya nyaris kosong dari elektron, dan **berdifusi** menyeberang. Hal yang sama terjadi pada lubang di sisi P, yang berdifusi ke arah sebaliknya. Keduanya bertemu di dekat sambungan dan saling meniadakan — elektron mengisi lubang.

Akibatnya, daerah di sekitar sambungan menjadi **kosong dari pembawa bergerak**. Yang tersisa hanya inti atom dopan yang tidak bisa ke mana-mana:

- di sisi P tertinggal atom akseptor yang kini **bermuatan negatif**, karena baru saja menerima elektron;
- di sisi N tertinggal atom donor yang kini **bermuatan positif**, karena elektronnya sudah pergi.



Di dalam daerah deplesi tidak tersisa pembawa bergerak. Yang tinggal hanya ion dopan yang tidak bisa berpindah: negatif di sisi P, positif di sisi N.

Lapisan itu disebut **daerah deplesi**, dan pasangan muatan tetap di dalamnya menciptakan medan listrik yang arahnya melawan difusi selanjutnya. Medan itu setara dengan sebuah penghalang tegangan yang, untuk silikon, besarnya sekitar

$$V_{bi} \approx 0,7 \text{ V}$$

Proses ini berhenti sendiri. Difusi terus mendorong pembawa menyeberang, medan terus mendorongnya balik, dan keduanya berimbang persis. Inilah sebabnya dioda yang tidak dihubungkan ke apa pun tidak mengalirkan arus — **bukan karena tidak ada yang bergerak di dalamnya**, melainkan karena dua kecenderungan yang berlawanan saling meniadakan.

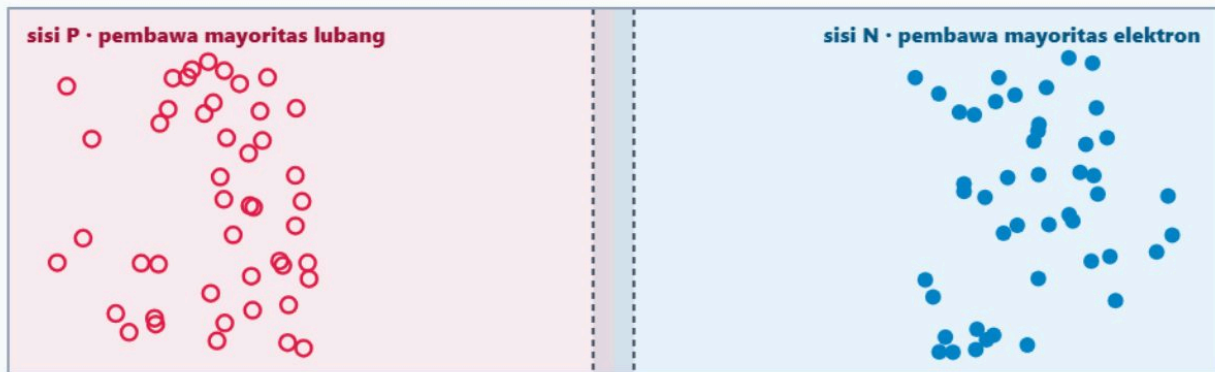
Mengapa arus mengalir ke satu arah saja?

Sekarang pasang baterai. Tegangan luar yang sengaja dipasang seperti ini disebut **panjar** (dalam bahasa Inggris *bias*).

Panjar maju: penghalang diturunkan

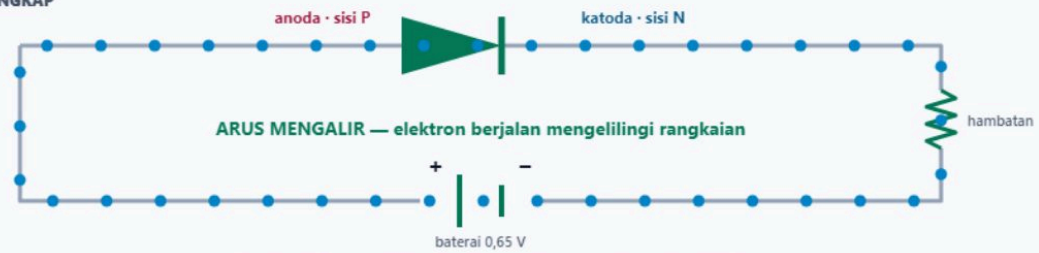
Hubungkan kutub positif baterai ke sisi P dan kutub negatif ke sisi N. Tegangan luar itu melawan penghalang bawaan, sehingga tinggi penghalang berkurang menjadi $V_{bi} - V$. Daerah deplesi pun menyempit.

SAMBUNGAN P-N DAN DAERAH DEPLESI



daerah deplesi 0,27 x
Penghalang rendah: pembawa menyeberang, bertemu, lalu bergabung kembali.

RANGKAIAN LENGKAP



Titik biru adalah elektron di kawat; arus konvensional mengalir berlawanan arah.

TINGGI PENGHALANG YANG HARUS DILEWATI



Panjar maju menurunkan penghalang; panjar mundur meninggikannya.

KURVA ARUS TERHADAP TEGANGAN



Panjar maju

Penghalang turun; lubang dan elektron menyeberang lalu bergabung kembali.



TEGANGAN DIPASANG

0,65 V

ARUS

83,25 mA

LEBAR DEPLESI

0,27 x

TINGGI PENGHALANG

0,05 V

Panjar maju 0,65 extV. Penghalang tinggal 0,05 extV, daerah deplesi menyusut, dan elektron berjalan mengelilingi rangkaian.

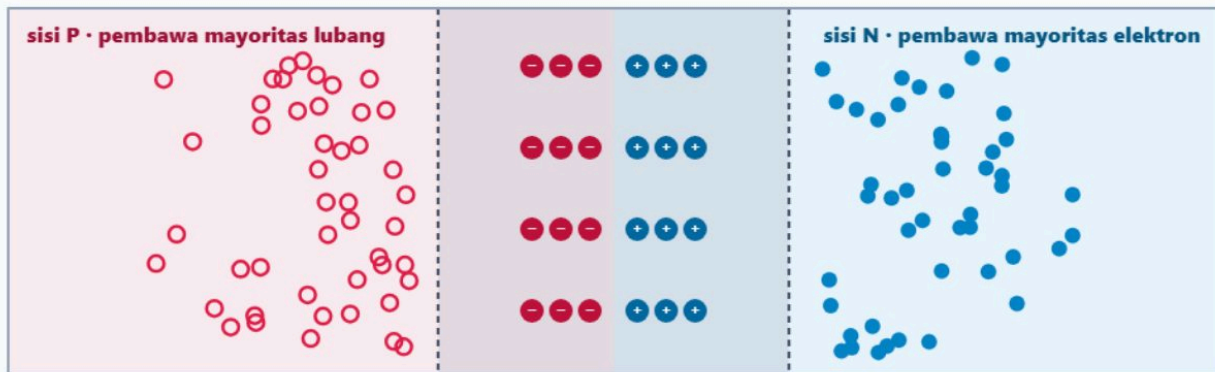
Begitu penghalang cukup rendah, pembawa dari kedua sisi mampu menyeberang. Lubang mengalir ke kanan, elektron ke kiri, keduanya bergabung di tengah, dan arus mengalir di seluruh rangkaian. Pada panjar 0,65 V, daerah deplesi menyusut menjadi sekitar 0,27 kali lebarnya semula.

Panjar mundur: penghalang ditinggikan

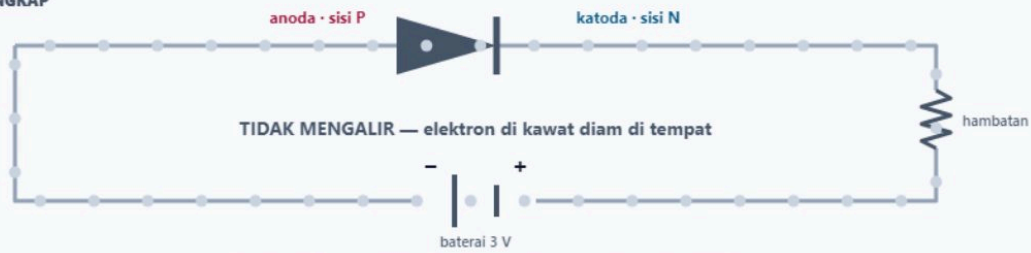
Balik kutubnya. Sekarang tegangan luar **menambah** penghalang, sehingga tingginya menjadi $V_{bi} + |V|$. Pembawa justru ditarik menjauh dari sambungan, dan daerah deplesi melebar.

Pada panjar mundur 5 V, tinggi penghalang menjadi 5,7 V dan daerah deplesi melebar hingga sekitar 2,85 kali. Tidak ada pembawa mayoritas yang sanggup menyeberang. Yang lolos hanya segelintir pembawa minoritas yang terbentuk karena panas — itulah arus bocor, besarnya hanya orde pikoampere.

SAMBUNGAN P-N DAN DAERAH DEPLESI



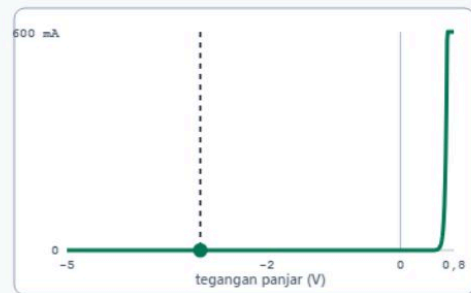
RANGKAIAN LENGKAP



TINGGI PENGHALANG YANG HARUS DILEWATI



KURVA ARUS TERHADAP TEGANGAN



Panjar mundur

Penghalang naik; pembawa ditarik menjauh dan daerah deplesi melebar.



TEGANGAN DIPASANG

-3 V

ARUS

-1 pA

LEBAR DEPLESI

2,3x

TINGGI PENGHALANG

3,7 V

Panjar mundur 3 extV. Daerah deplesi melebar menjadi 2,3 kali, penghalang naik menjadi 3,7 extV, dan elektron di kawat berhenti di tempat.

Jadi dioda tidak “menutup pintu” saat dibalik. Yang terjadi adalah pintunya justru dibuat semakin tinggi.

Mengapa harus sekitar 0,7 volt?

Angka 0,7 V sering diajarkan seolah ambang saklar: di bawahnya mati, di atasnya menyala. Kenyataannya tidak sekaku itu.

Arus dioda mengikuti hubungan eksponensial:

$$I = I_S \left(e^{V/V_T} - 1 \right)$$

dengan $V_T \approx 25,85 \text{ mV}$ pada suhu ruang. Artinya arus **tidak pernah benar-benar nol** pada panjar maju, hanya sangat kecil sampai tegangan mendekati tinggi penghalang. Perhatikan bagaimana angkanya berkembang:

Panjar maju	Arus
0,30 V	109,7 nA
0,50 V	251,4 μA
0,60 V	12,03 mA
0,65 V	83,25 mA
0,70 V	576 mA

Pada 0,3 V arusnya sudah ada, tetapi begitu kecil sehingga tidak berguna. Pada 0,7 V ia sudah cukup besar untuk membakar dioda kecil. “Ambang 0,7 V” sebenarnya bukan ambang, melainkan daerah sempit tempat kurva menjadi begitu curam sehingga terlihat seperti belokan tajam.

Seberapa curam sebenarnya?

Ada aturan praktis yang enak diingat dan mudah diperiksa: **setiap tambahan sekitar 60 mV mengalirkan arus dengan sepuluh.**

Asalnya langsung dari rumus di atas:

$$e^{\frac{0,060}{0,02585}} \approx 10,2$$

Naikkan panjar dari 0,55 V ke 0,61 V, arus melonjak sepuluh kali lipat. Naikkan lagi 60 mV, sepuluh kali lipat lagi. Inilah alasan dioda terasa seperti punya ambang: perubahan tegangan yang tampak sepele menghasilkan perubahan arus yang tidak sepele sama sekali.

Seberapa besar bedanya arah maju dan mundur?

Bandingkan dua keadaan ekstrem pada model silikon ideal:

- panjar maju 0,7 V menghasilkan arus sekitar 576 mA;
- panjar mundur 5 V menghasilkan arus sekitar 1 pA.

Perbandingannya kira-kira

$$\frac{576 \text{ mA}}{1 \text{ pA}} \approx 5,8 \times 10^{11}$$

Hampir enam ratus miliar kali. Ketika buku menyebut dioda sebagai “katup satu arah”, inilah angka di baliknya.

Mengapa LED memerlukan tegangan lebih besar?

LED juga sebuah dioda, dan bekerja dengan mekanisme yang sama persis. Bedanya pada bahan.

Tinggi penghalang ditentukan oleh celah energi bahan semikonduktornya. Silikon punya celah sekitar 1,1 eV, sehingga penghalangnya sekitar 0,7 V. Bahan LED memiliki celah yang jauh lebih lebar, sehingga tegangan majunya bisa mencapai sekitar 2 V untuk LED merah dan lebih tinggi lagi untuk biru.

Celah yang lebih lebar itu juga yang membuat LED memancarkan cahaya: ketika elektron jatuh mengisi lubang, energi yang dilepas cukup besar untuk keluar sebagai foton cahaya tampak. Pada dioda silikon biasa, energi itu terlalu kecil dan keluar sebagai panas.

Perbedaan tegangan ambang ini dapat dilihat langsung pada simulasi [Karakteristik V-I](#), yang membandingkan resistor, lampu filamen, dan LED pada satu grafik.

Di mana dioda bekerja dalam rangkaian nyata?

Penyearah. Listrik dari stopkontak bolak-balik arahnya. Dioda memotong setengah siklus yang arahnya salah, dan itulah langkah pertama mengubah listrik AC menjadi DC pada hampir setiap pengisi daya.

Pengaman polaritas. Satu dioda seri membuat alat tidak rusak bila baterainya terpasang terbalik.

Dioda freewheel. Pada rangkaian dengan induktor, arus tidak bisa berhenti mendadak. Dioda menyediakan lintasan agar arus itu tetap mengalir dan tidak merusak sakelar. Peran ini dapat diamati pada simulasi [Rangkaian Konverter DC-DC](#), tempat dioda bekerja puluhan ribu kali per detik.

Apa yang belum diceritakan penjelasan ini?

Model sederhana di atas berlaku pada rentang kerja biasa, tetapi ada beberapa hal yang sengaja ditinggalkan.

Dadal balik. Bila panjar mundur dinaikkan terus, pada suatu tegangan dioda akan menghantar tiba-tiba. Pada dioda biasa keadaan ini merusak; pada dioda Zener justru sengaja dirancang dan dipakai sebagai acuan tegangan.

Hambatan seri. Pada arus besar, hambatan bahan dan sambungan ikut berperan, sehingga arus sungguhan tidak melonjak setajam yang diramalkan rumus eksponensial.

Suhu. Tegangan maju turun sekitar 2 mV untuk setiap kenaikan satu derajat Celsius, dan arus bocornya naik cepat. Dioda yang panas berperilaku berbeda dari dioda yang dingin.

Kesimpulan

Dioda membedakan arah bukan karena ada mekanisme penyortir di dalamnya, melainkan karena penyatuan dua potong silikon berbeda menciptakan penghalang tegangan yang **arahnya tetap**. Tegangan luar hanya bisa menurunkan atau meninggikan penghalang itu, tidak bisa membalik arahnya.

Menurunkan penghalang memerlukan sedikit tegangan, dan hasilnya arus yang besar. Meninggikannya menghasilkan arus yang praktis nol. Selisih di antara keduanya mencapai ratusan miliar kali, dan dari situlah seluruh kegunaan dioda berasal.

Lihat langsung

Seluruh proses di atas dapat diamati bergerak pada simulasi [Dioda dan Sambungan P-N](#): geser tegangan yang dipasang, lalu perhatikan daerah deplesi melebar atau menyempit, penghalang naik atau turun, dan elektron di kawat rangkaian berjalan atau berhenti di tempat.

Pertanyaan yang sering diajukan

Apakah sisi N bermuatan negatif dan sisi P bermuatan positif? Tidak. Keduanya netral. Huruf N dan P menunjukkan jenis pembawa muatan yang bergerak di sana, bukan muatan keseluruhan bahannya.

Apakah lubang benar-benar ada, atau hanya cara bicara? Lubang adalah kekosongan pada ikatan yang berpindah tempat. Ia bukan partikel tersendiri, tetapi berperilaku persis seperti muatan positif bergerak, sehingga diperlakukan sebagai pembawa muatan.

Kalau tegangan maju di bawah $0,7\text{ V}$, apakah arusnya benar-benar nol? Tidak. Selalu ada arus, hanya saja sangat kecil. Pada $0,3\text{ V}$ besarnya masih dalam orde nanoampere.

Mengapa dioda bisa rusak kalau dipasang terbalik dengan tegangan besar? Karena pada tegangan mundur yang cukup tinggi terjadi dadal balik. Arus melonjak tiba-tiba, dan panas

yang timbul dapat merusak sambungan secara permanen.

Apakah semua dioda memiliki tegangan maju 0,7 V? Tidak. Angka itu khas untuk silikon. Dioda germanium sekitar 0,3 V, dioda Schottky lebih rendah lagi, dan LED jauh lebih tinggi karena celah energinya lebih lebar.

Coba simulasinya di Simu

Simulasi interaktif Simu berjalan langsung di browser — tanpa instal apa pun.



Dioda dan Sambungan P-N

Bagian dari paket berlangganan Simu

[Buka simulasinya →](#)

Mulai dengan akun gratis

Akun gratis membuka katalog lengkap, simulasi & materi yang bertanda terbuka, serta soal dan jawaban di tiap bab kurikulum.

simu.konsep.com/register

Ingin semua simulasi terbuka? Lihat paket berlangganan di simu.konsep.com/pricing

Artikel ini tersedia daring di simu.konsep.com/artikel/mengapa-dioda-hanya-mengalirkan-arus-satu-arah