

# Electrical safety in Operation Room and other Specialized Treatment Areas

Eddy Rahardjo  
Fak Kedokteran Universitas Airlangga  
RS Dr Sutomo  
Surabaya  
[erness@indo.net.id](mailto:erness@indo.net.id)



## Electrical Safety

### Why Worry About Electricity?



Deaths. Electrocutions rank **FOURTH** (9%) in causes of industrial **FATALITIES** (behind traffic, violence and construction). The National Safety council estimates 600 people die every year of electrical causes. Most of these accidents involve low voltage (600 volts or less).

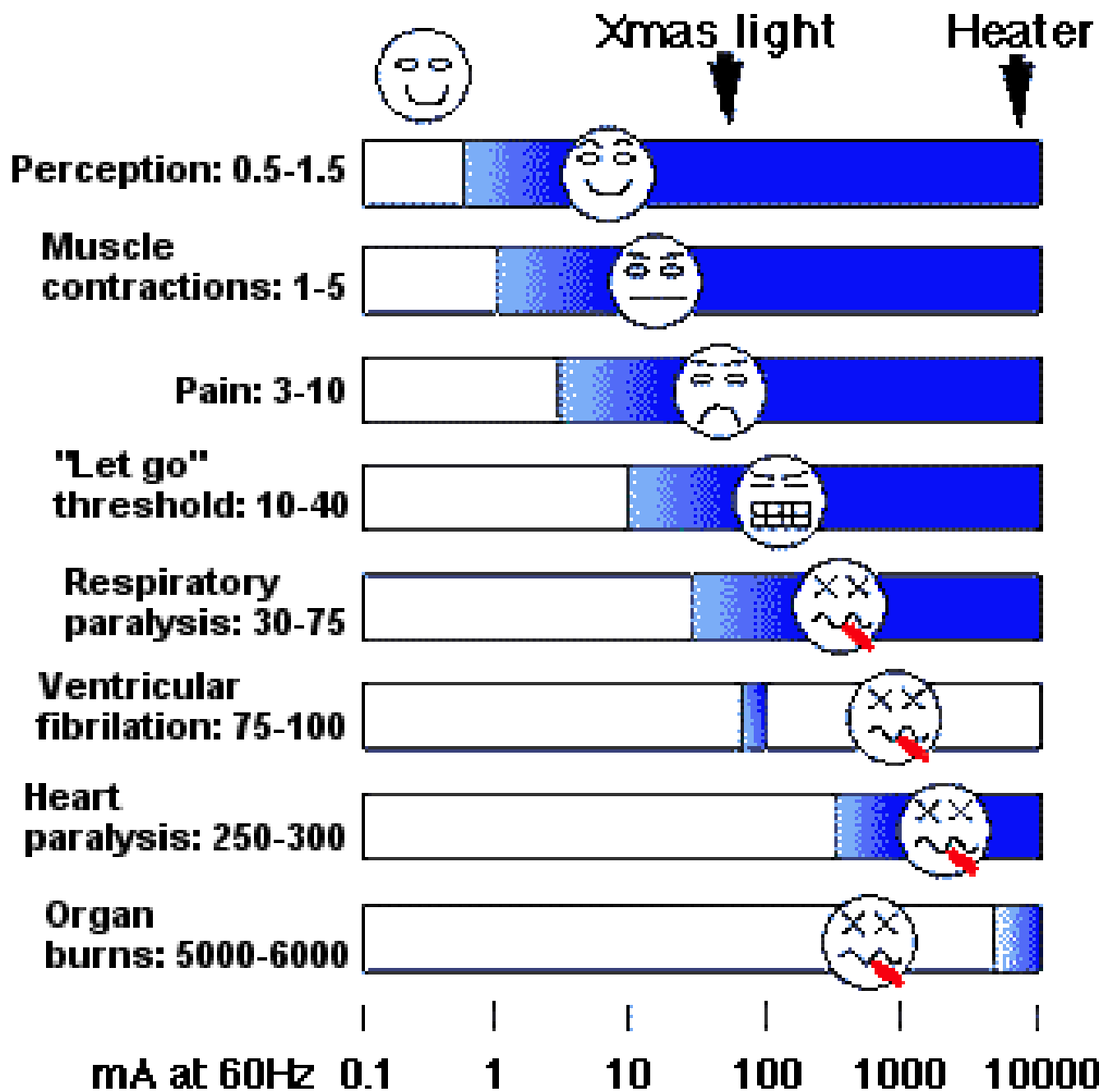
Roughly 3,600 disabling electrical contact injuries occur every year in the United States, along with another 4,000 non-disabling injuries.

# Electric current = danger

- Ada sumber listrik (satu kabel berisi aliran)
- Ada konduktor (penghubung ke tubuh)
- Tubuh menyentuh bumi atau kabel lawan
  
- Jika 3 faktor ini terhubung maka terjadilah fenomena “tersengat listrik” (electrocution)

# Apakah tersengat listrik “sedikit” juga berbahaya?

- Kematian akibat tersengat listrik melewati mekanisme ventricular fibrillation (VF)
- A single electric stimulus can precipitate VF if
  - it is intense enough and lasts long enough
  - if it arrives at the heart during the vulnerable period (R on T)
- Risk of VF increases with repetitive shocks at a frequency  $> 5/\text{sec}$ .

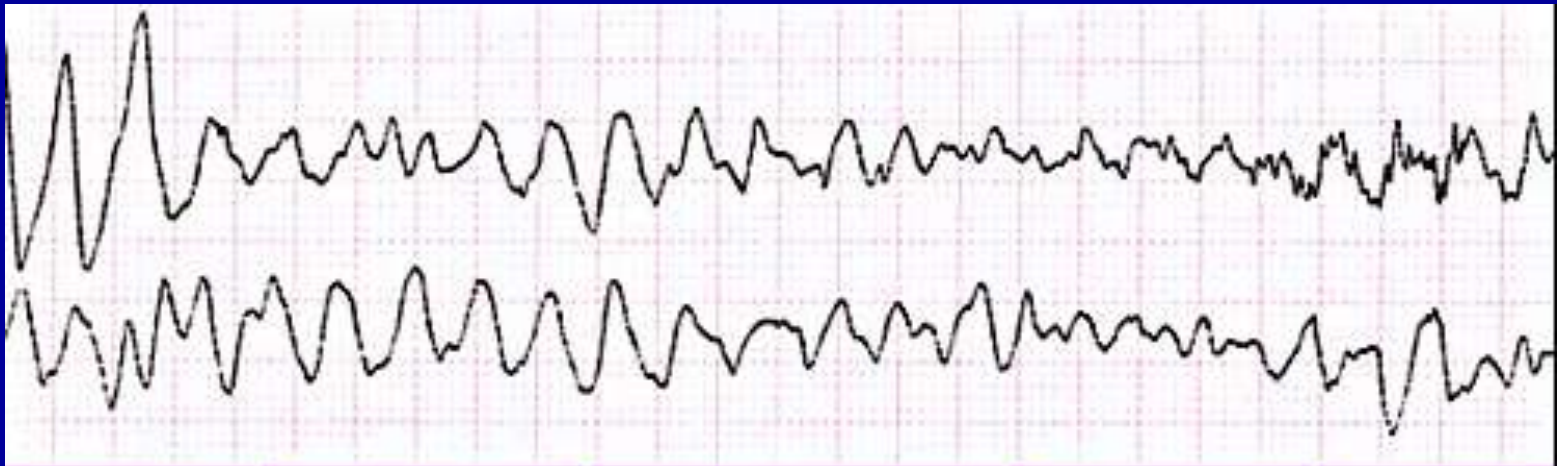


# Microshock

- low-value current conducted directly to the heart via external pacemaker wires or fluid-filled cardiac catheters.
- as little as 200  $\mu\text{A}$  applied to intramyocardial and 67  $\mu\text{A}$  to endocardial electrodes will fibrillate the heart.

# Case VF by leak current

- pasien anak 10 th dengan Tetralogy Fallot menjalani catheterisasi dengan anestesia umum
- semua berjalan stabil sampai ketika catheter yang sudah berada di atrium dihubungkan ke ujung injector .....



# Case VF by leak current

- leak current dari injector-casing, menjalar lewat cairan di tubing, masuk ke vena, ikut aliran ke jantung → VF





# Sumber kecelakaan listrik

- sumber listrik (power outlet)
- leak current yang mengalir dari kotak alat (casing)
- static electricity

# Sumber kecelakaan listrik

- sumber listrik (power outlet)
  - socket tersiram air
  - socket extension di lantai tersiram cairan infus
  - kaki tidak beralas karet, tangan kontak dengan sumber listrik
- leak current yang mengalir kotak alat (casing)
- static electricity

# Sumber kecelakaan listrik

- sumber listrik (power outlet)
- leak current yang mengalir kotak alat (casing)
  - kebocoran aliran karena kawat listrik rusak isolasinya
  - terjadi induksi listrik karena oscilasi medan magnet waktu listrik mengalir menjalankan alat
  - capacitative coupling, akibat keping bermuatan listrik mempengaruhi keping lain, dalam hal ini casing
  - arus akan mengalir jika casing disentuh
- static electricity

# Sumber kecelakaan listrik

- sumber listrik (power outlet)
- leak current yang mengalir kotak alat (casing)
- static electricity
  - muatan listrik statis terkumpul pada benda-benda konduktor atau isolator (meja alat anestesia, meja operasi, kaca monitor ECG, komputer dll)

1

2

current leak dari alat #1 dan #2 akan sebabkan seluruh garis kuning jadi bermuatan listrik



# Siapa “calon” korbannya?

- pasien
- petugas kesehatan

# mengamankan sumber listrik (power outlet)

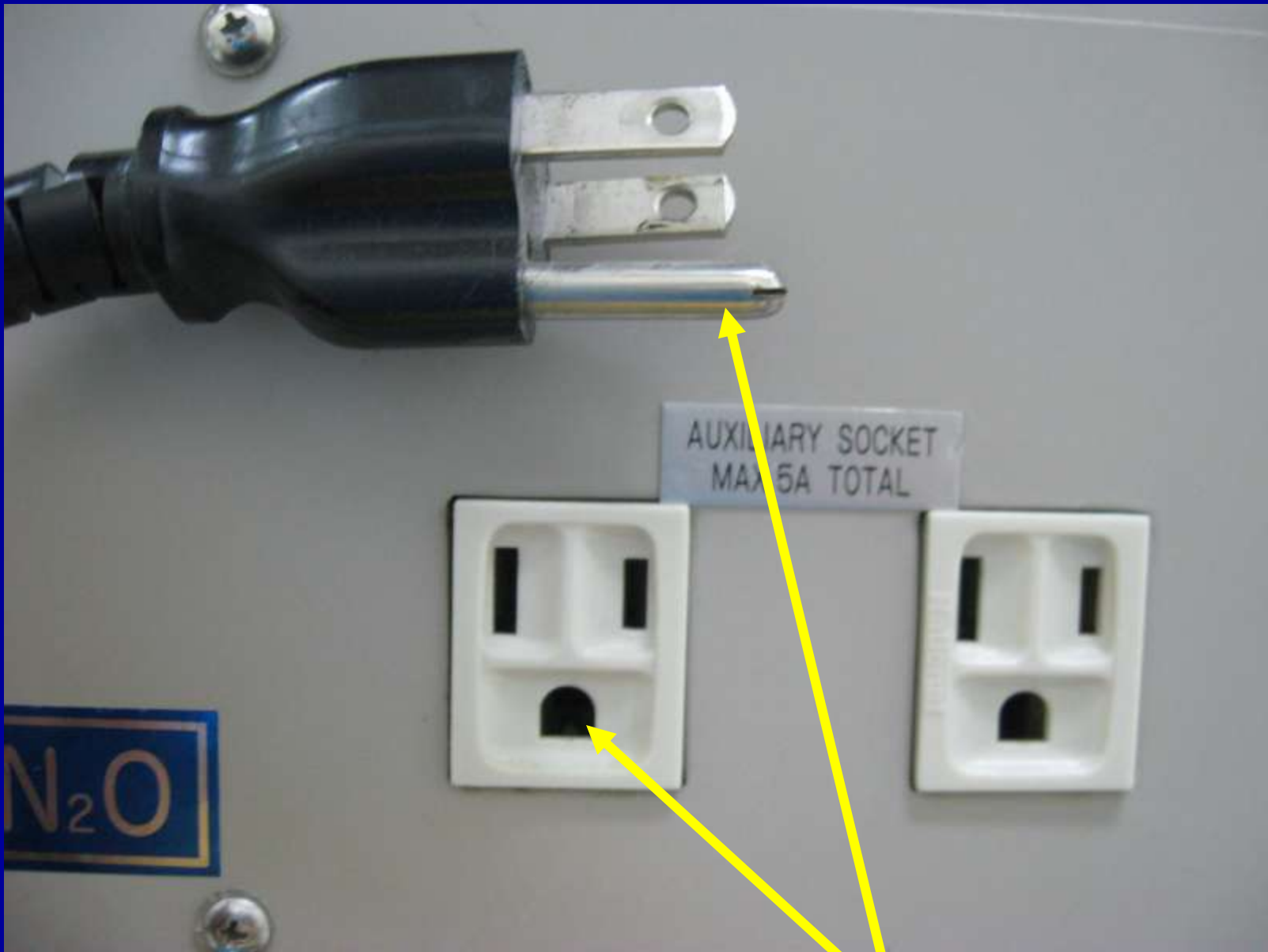
- socket dan plug harus di-bumi-kan (aarde, earth / grounding) dengan pin khusus
- memasang isolation transformer agar kawat listrik di kamar operasi tidak berhubungan dengan kawat listrik supply luar
- memasang isolation (optic) interface antara alat yang menempel pasien dengan alat yang beraliran listrik



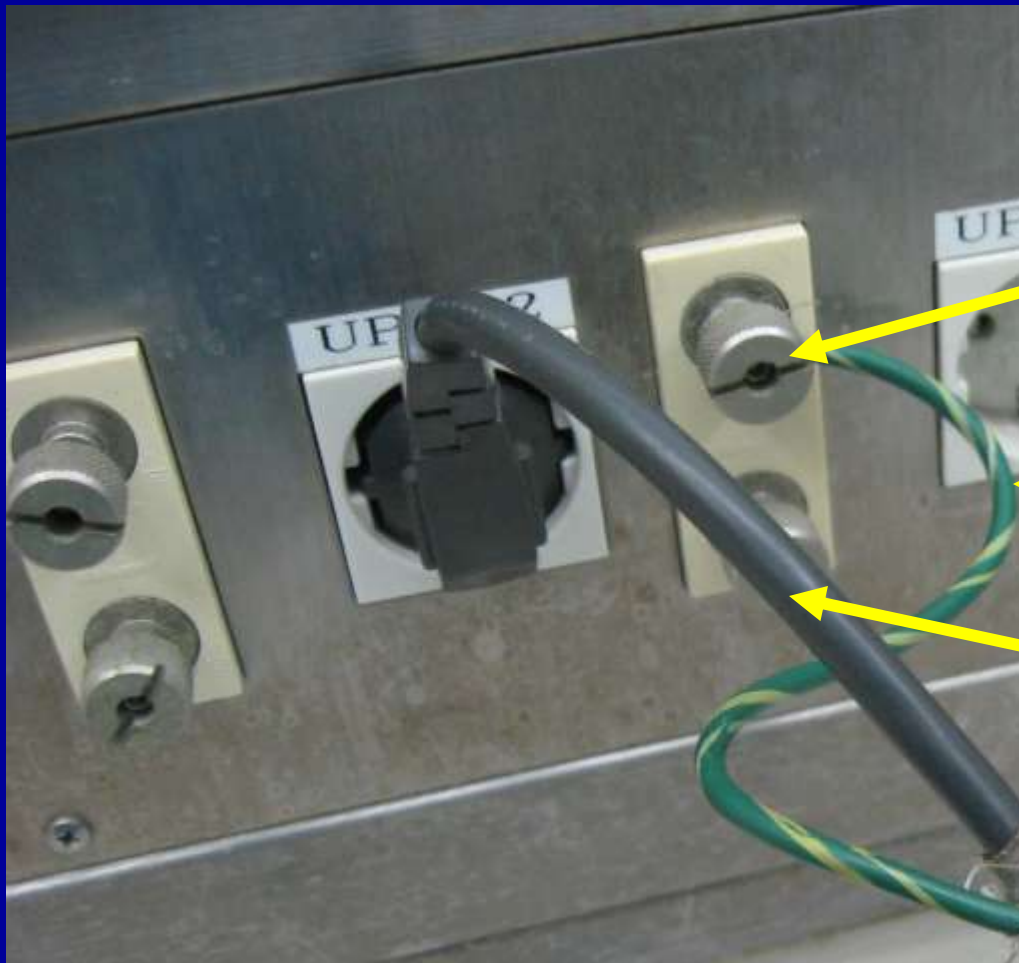
2 titik ini harus dihubungkan ke "ground"

Ground : lempeng tembaga minimal 20 x 20 cm  
ditanam didalam tanah terendam dalam air tanah  
-bukan selebar kain basah diletakkan dilantai ubin  
-bukan diikatkan ke logam kran air

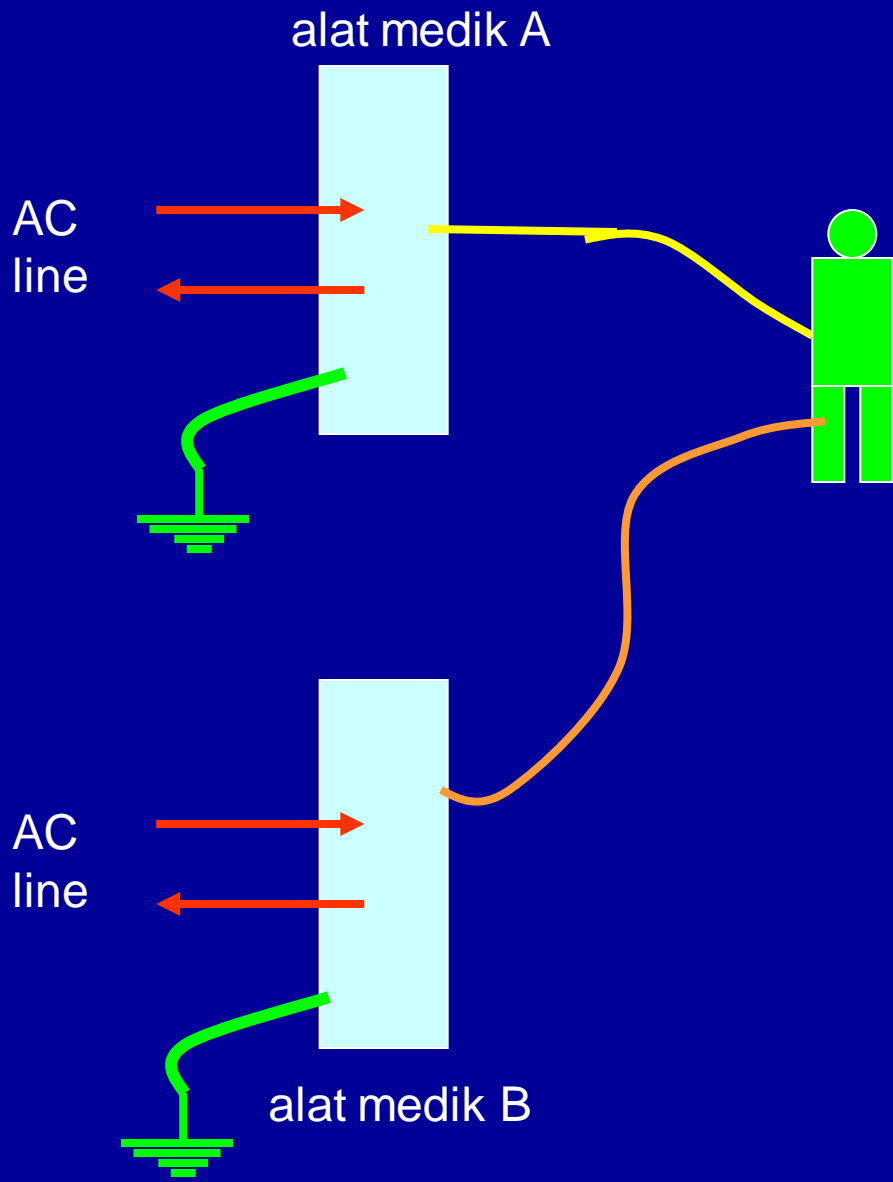




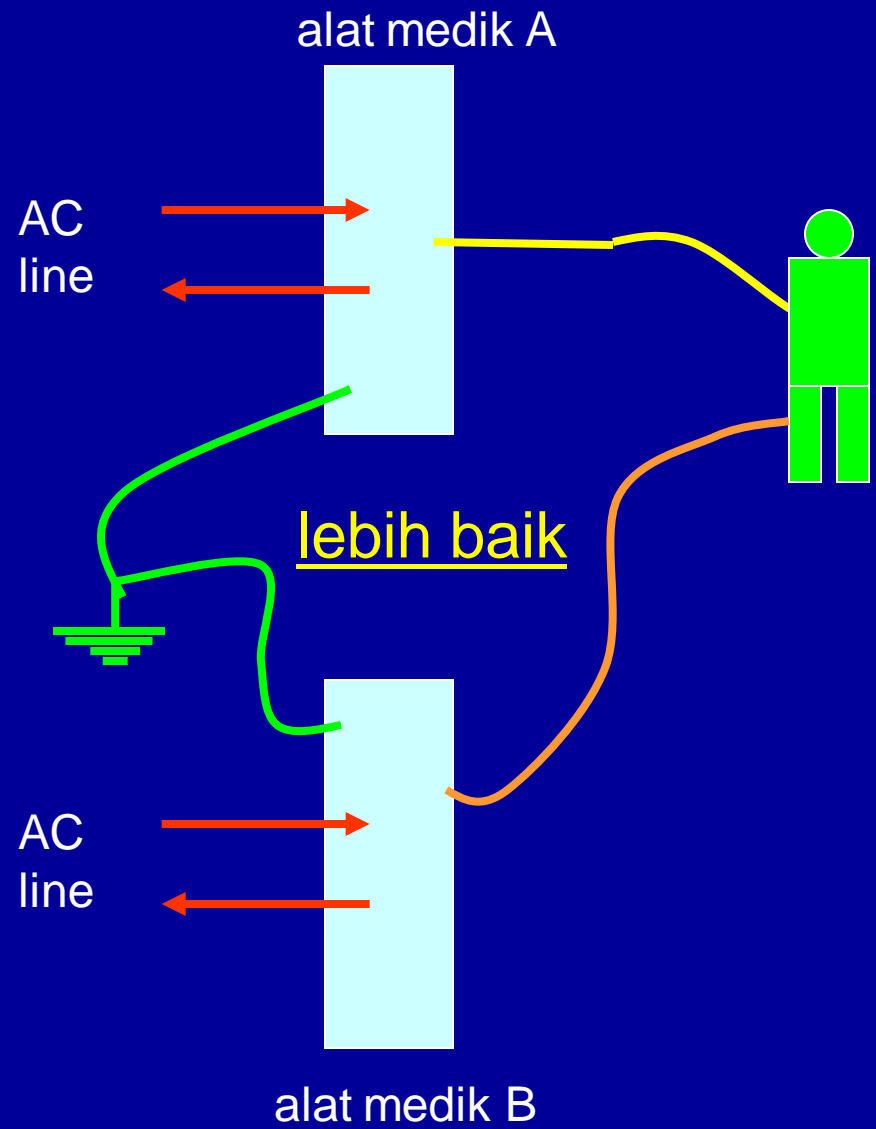
grounding pin & socket



grounding terminal  
untuk menampung  
kawat ground yang  
terpisah dari  
kabel power



*kurang baik*



*lebih baik*

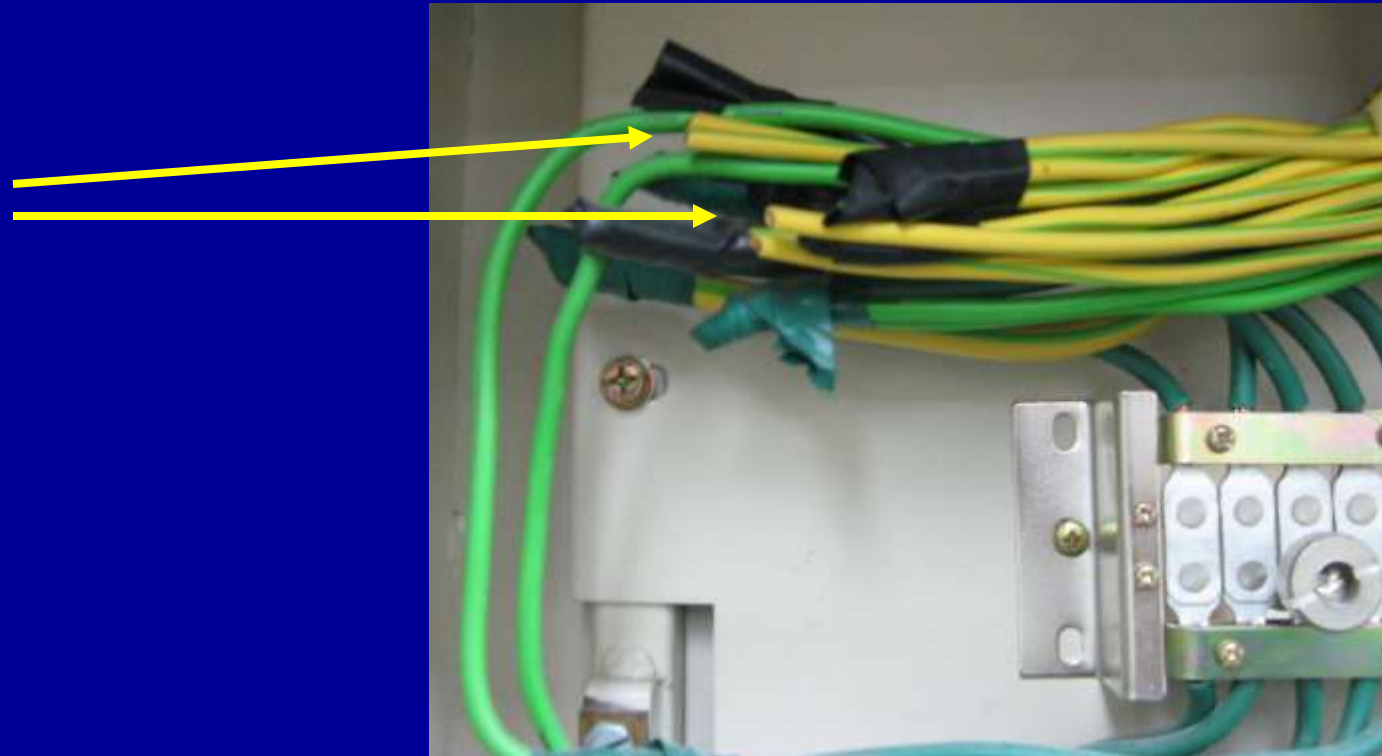


Karena banyak socket dan plug yang tersembunyi dan tidak bisa dikontrol maka dicari cara lain dengan memonitor kepastian kawat grounding yg masuk bumi



Grounding monitor dengan alarm yang akan berbunyi jika kawat grounding yang masuk ke dalam tanah putus

suatu hari alarm berbunyi, nah, petugas IPS bukannya mencari kawat ground yang putus, tetapi dia memutus kawat penghubung hingga alarm berhenti berbunyi



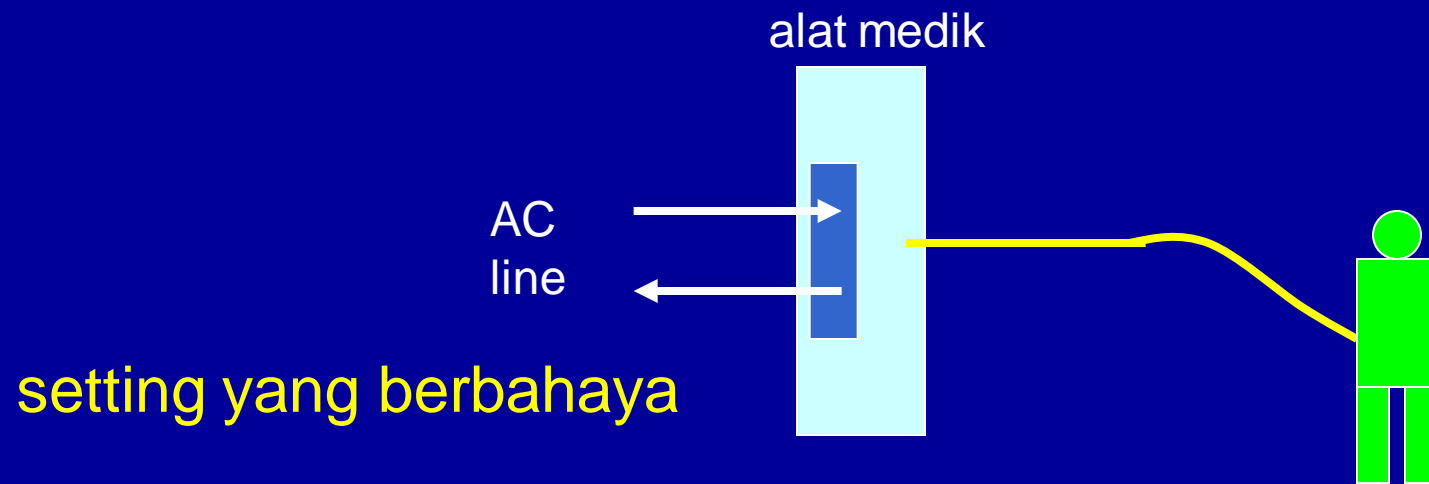
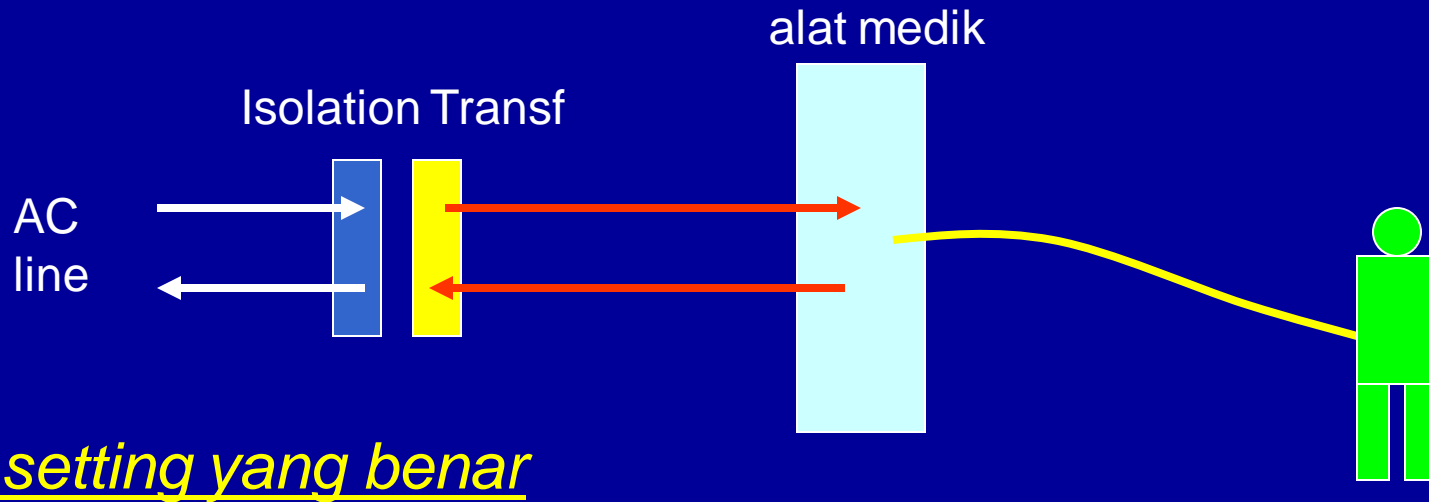


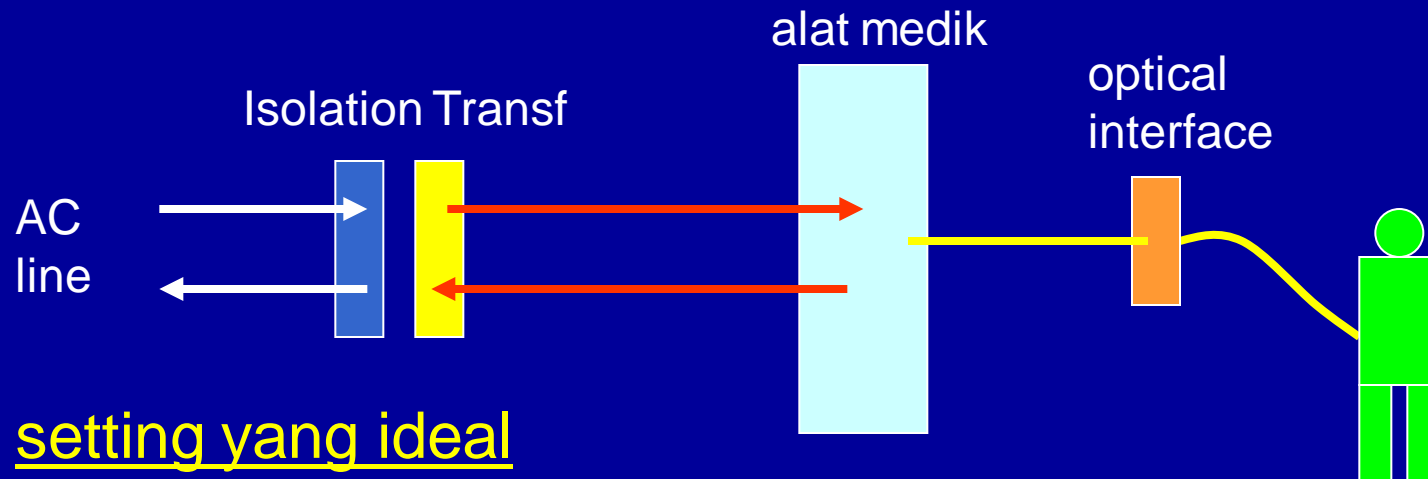
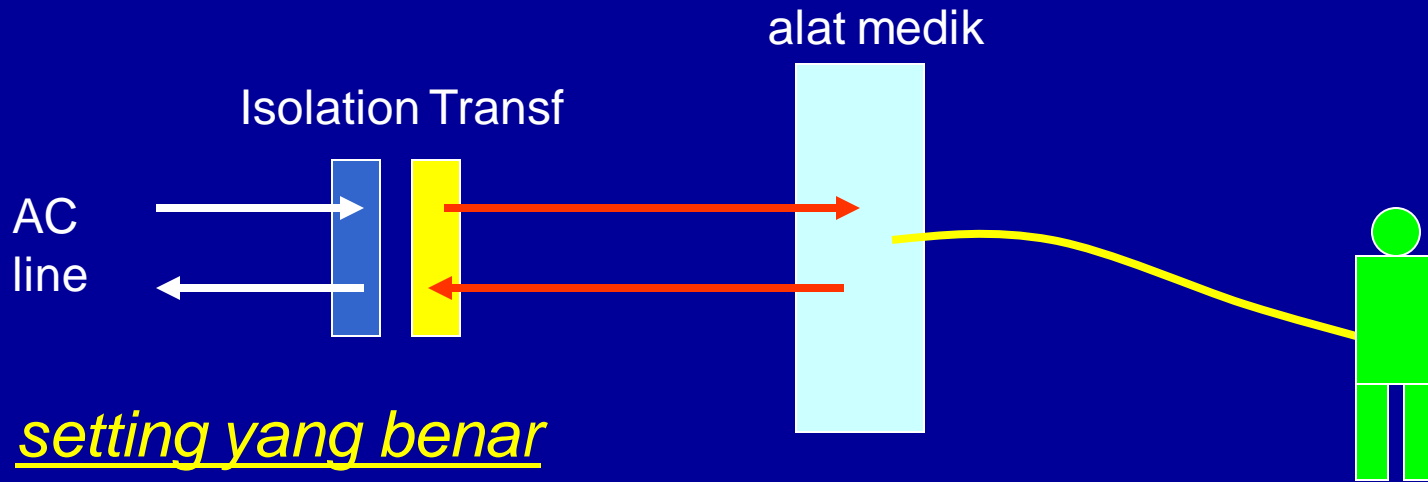
isolation transformer

kawat  
arus masuk

kawat  
arus keluar  
untuk OR / ICU

Karena banyak socket dan plug yang tersembunyi dan alarm grounding bisa diputus maka dicari cara lain dengan memasang *isolation transformer* untuk menjaga agar listrik luar tidak masuk physically, ke dalam OR / ICU





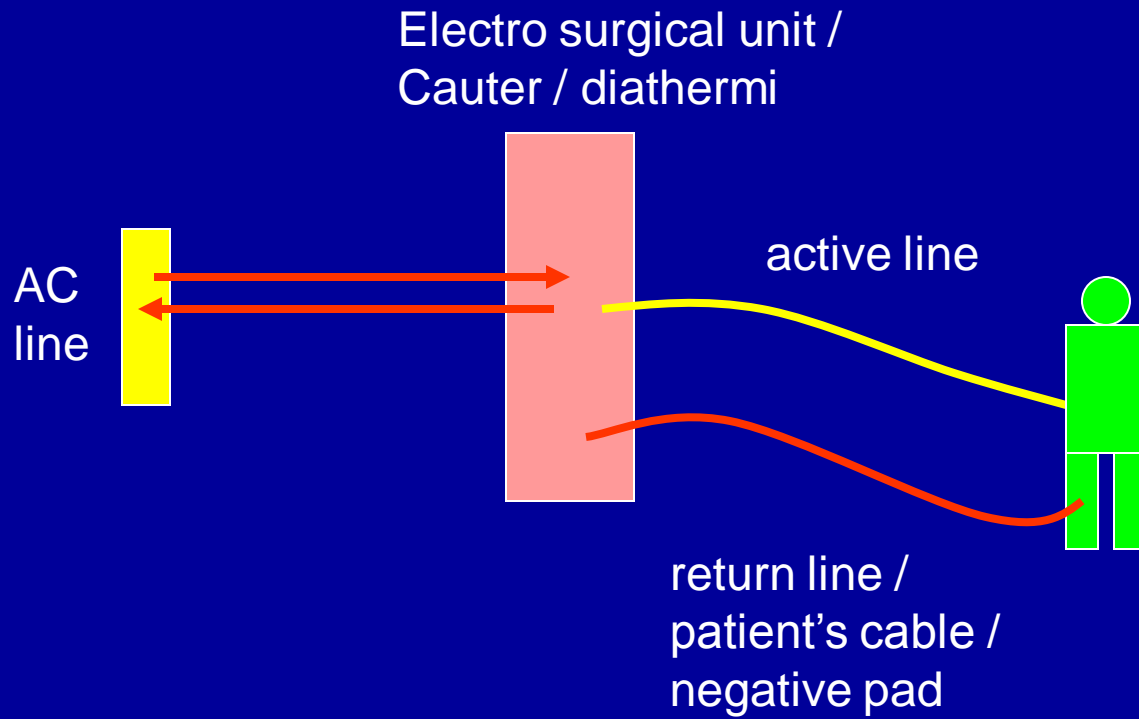




Dalam kondisi ICU ini, optical interface sangat berguna untuk memastikan tidak akan ada arus listrik yang sampai ke tubuh pasien

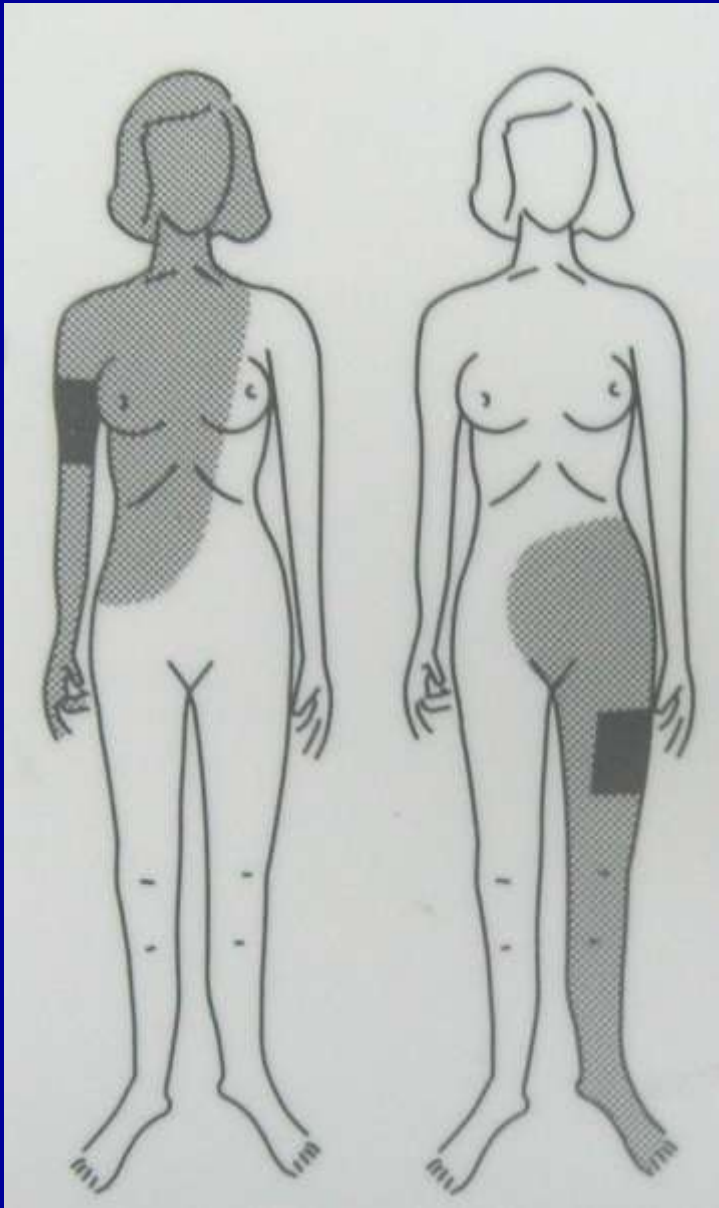
## sumber kecelakaan listrik lain

- cauter listrik yang malfungsi
- external pacemaker wires yang terisi listrik
- cardiac / angio catheter berisi saline lalu terisi listrik
- DC shock yang malfungsi



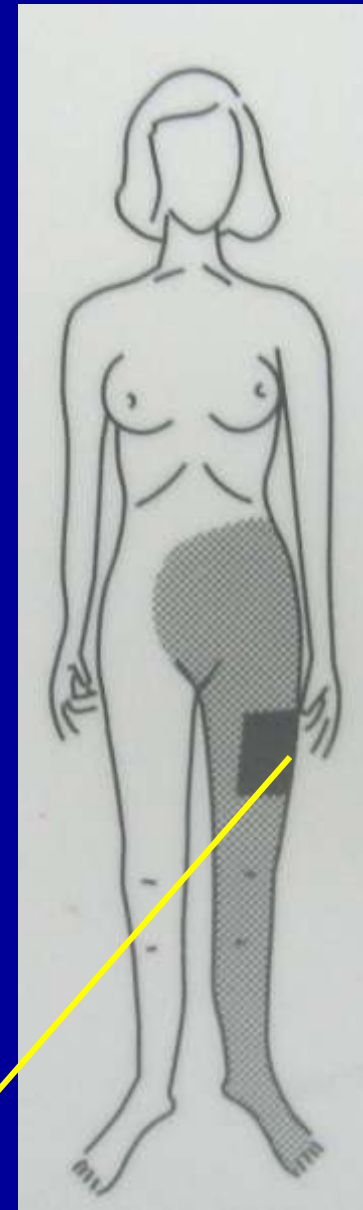


- pad untuk return line harus menempel baik pada kulit pasien
- diberi contact gel (jelly ECG)
- dipastikan selalu menempel kulit
- area seluas mungkin agar beban arus kecil agar tidak terjadi panas / luka bakar



- pad untuk return line harus dekat dengan lapangan operasi yang memakai cauter
- pasang ditempat, yang jika sampai terjadi luka bakar, kerusakan minimal

- jika pad tidak kontak dengan baik, akan terjadi luka bakar disitu, atau ditempat lain yang ada kontak kecil
  - elektrode ECG
  - kulit pasien yang menyentuh logam



sebenarnya lebih baik plate dibawah pantat tertindih berat badan, kontak lebih baik lapisan otot dan lemak fleksibel  
*kalau sampai cedera, tempatnya tersembunyi*



pad untuk return line  
harus menempel baik  
pada kulit pasien



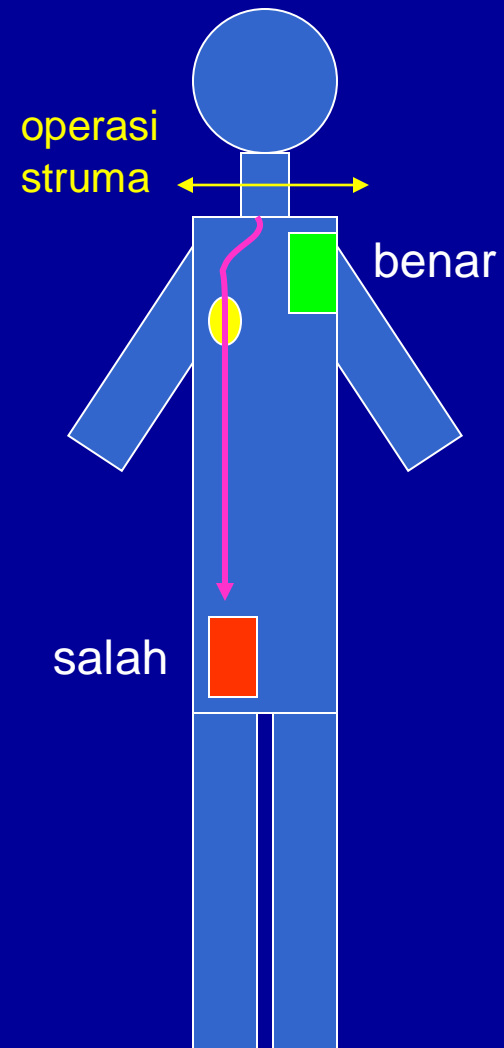


# Cauter juga berbahaya untuk pacemaker

1. extraneous electric current may be interpreted by a demand pacer as cardiac activity and suppress pacing.
  - prepare means to convert a demand pacemaker into a fixed-rate pacemaker (a magnet).
2. Intramyocardial wires of the pacemaker can be conduits for **leak current** directly to the myocardium and may cause ventricular fibrillation (VF)
3. **programmable pacemakers in the path of ESU current have been reprogrammed by a burst of current, usually to a faster rate**

Placement of a return pad near a pacemaker might lead to heavy current through the pacemaker case and cause either local tissue damage or damage to the pacemaker itself.

Usahakan, arah aliran arus tidak melewati lokasi pacemaker



# Cauter juga berbahaya untuk implantable defibrillator

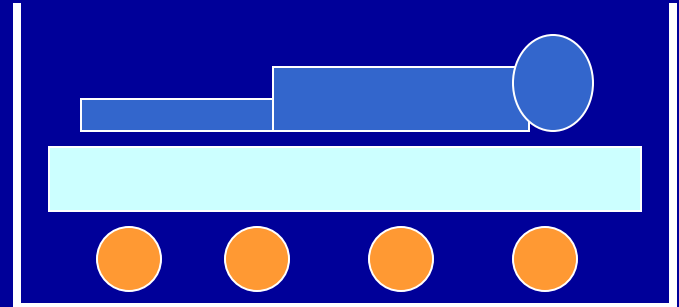
1. patients wear implanted automatic defibrillators which are triggered by a sensor. Either 60 Hz or ESU interference may trigger these.
2. The 25 J shock is not painful but may itself induce ventricular fibrillation



High-tech medicine makin banyak memakai listrik

## High-tech medicine makin banyak memakai listrik

- Pemakaian low-cost medical equipment sering “tawar-menawar” dengan safety
- Kesalahan konstruksi bisa terjadi dan ini akan mencelakakan pasien, .... pada suatu hari



Bayi dengan kaos kaki acrylic, berada dalam incubator buatan lokal, dengan pemanas lampu pijar dibawah kasur karet busa

- Bayi kencing, urine mengenai bola lampu, lampu pecah, kawat pijar membakar kasur
- Kasur terbakar cepat, membakar kaos acrylic
- Kaos terbakar membakar kulit bayi : combustio gr IIB - III

# Lesson learned

- Listrik bisa sungguh berbahaya
- Standar pengamanan harus benar diikuti
- Monitoring dan kontrol harus dilakukan
  - jangan memutus kawat alarm
- Hukum “Respondeat superior”
  - tanggung jawab akhir pada Direktur RS
- Sebagian besar “kecelakaan” adalah preventable