SAINS - USIA 6 SAMPAI 11 TAHUN

Pesawat yang bisa berbicara

Empat pelajaran tentang bagaimana setiap pesawat di langit memberi tahu dunia di mana ia berada, dan bagaimana kita bisa mendengarkannya. Di akhir pelajaran, kamu akan bisa menjelaskan semuanya dari awal sampai akhir, dan kamu sudah membuat sebagian alatnya sendiri.

Belajar - https://radar.dataero.eu/id/learning/ages-6-11/student 2026-11-21

DAFTAR ISI

PELAJARAN 1 Langit yang sibuk dan pesawat yang berbicara
PELAJARAN 2 Cahaya tak terlihat: kendaraan yang membawa pesan
PELAJARAN 3 Telinga logam dan Bumi yang bulat
PELAJARAN 4 Banyak telinga membentuk satu peta
Kuis Pendengar Langit
PENUTUP Buat telinga logamnya

PELAJARAN 1

Langit yang sibuk dan pesawat yang berbicara

Saat ini, di atas sekolahmu, hampir pasti ada sebuah pesawat. Mungkin lebih dari satu. Kamu tidak bisa melihatnya karena pesawat itu berada sepuluh kilometer di atas, lebih tinggi daripada gunung tertinggi di Eropa, dan bergerak dengan kecepatan 900 kilometer per jam, yaitu 250 meter setiap detik. Pada hari biasa, sekitar tiga puluh ribu pesawat melintasi Eropa. Tidak ada satu pun yang bisa melihat pesawat lain dengan jelas, dan tidak ada yang punya jalan untuk diikuti. Jadi, seseorang di darat harus tahu di mana setiap pesawat berada, setiap saat, supaya mereka tetap berjauhan. Orang itu disebut pengatur lalu lintas udara. Tapi bagaimana seseorang di dalam ruangan di darat bisa tahu di mana sebuah pesawat berada, sepuluh kilometer di atas, di balik awan?

Untuk waktu yang lama, jawabannya adalah radar: sebuah piringan raksasa yang berputar, mengirimkan denyut radio, lalu mendengarkan gema lemah yang memantul kembali dari pesawat. Radar masih ada. Tapi sekarang kebanyakan pesawat melakukan sesuatu yang lebih cerdik. Setiap pesawat modern membawa penerima satelit, sejenis alat yang sama dengan yang membuat peta di mobil atau ponsel bisa bekerja, jadi pesawat selalu tahu dengan tepat di mana ia berada. Pesawat juga punya radio kecil. Jadi, daripada menunggu seseorang di darat menemukannya, **pesawat langsung memberi tahu semua orang di mana ia berada**. Sekitar dua kali setiap detik, radionya mengirimkan pesan singkat: siapa aku, di mana aku, seberapa tinggi aku, seberapa cepat aku. Tidak ada yang memintanya. Tidak ada yang menekan tombol. Pesan itu terkirim begitu saja, berulang-ulang, kepada siapa pun yang mendengarkan.

Pesan itu tidak bisa dibuat dari kata-kata. Radio hanya bisa melakukan satu hal: mengirim denyut kecil, atau tidak. Jadi pesannya dibuat dari jawaban ya-atau-tidak, 112 jawaban berturut-turut, dan semua orang sudah sepakat apa arti masing-masing. 24 jawaban pertama mengeja nama pesawat, yaitu kode yang diberikan saat pesawat dibuat dan dipakainya selamanya, seperti pelat nomor. Ada hampir 17 juta cara berbeda untuk menjawab 24 pertanyaan ya-atau-tidak, jadi setiap pesawat di dunia bisa punya

nama sendiri. 24 jawaban terakhir adalah pemeriksa: pendengar menghitung sesuatu dari pesan itu, dan kalau hasilnya tidak cocok, berarti pesannya jadi kacau di perjalanan dan dibuang. Lagi pula, pesawat akan mengirimkannya lagi setengah detik kemudian.

Inilah yang harus kamu ingat dari pelajaran ini, karena banyak orang dewasa salah memahaminya: **tidak ada yang menemukan pesawat. Pesawatlah yang mengumumkan dirinya.** Satelit tidak mengawasinya; satelit hanya memberi tahu waktunya, dan pesawat menghitung sisanya sendiri.

Di kelas: permainan menara pengawas
Separuh dari kalian menjadi pesawat, berjalan melintasi kotak-kotak di lantai dan menyerukan pesan kalian setiap beberapa langkah: nama kalian, kotak kalian, ketinggian kalian, kecepatan kalian. Separuh yang lain menjadi menara pengawas, menggambar setiap pesawat di kotak-kotak pada kertas. Lalu bertukar peran. Kemudian coba lagi, tapi pesawat hanya boleh berbicara sekali per menit, dan lihat bagaimana gambar menara menjadi berantakan. Itulah sebabnya pesawat sungguhan berbicara dua kali per detik.

PELAJARAN 2

Cahaya tak terlihat: kendaraan yang membawa pesan

Pesan meninggalkan pesawat sebagai gelombang radio. Dan gelombang radio adalah cahaya. Bukan sesuatu yang mirip cahaya: benar-benar hal yang sama dengan yang keluar dari senter atau matahari, merambat dengan kecepatan yang sama, 300 000 kilometer setiap detik, tujuh kali mengelilingi Bumi dalam waktu yang kamu perlukan untuk mengucapkan "satu".

Lalu kenapa kamu tidak bisa melihatnya? Goyangkan tali perlahan-lahan dan kamu membuat gelombang yang panjang dan malas; goyangkan dengan cepat dan kamu membuat gelombang yang pendek dan sibuk. Cahaya juga gelombang, dan warna yang berbeda adalah kecepatan getaran yang berbeda. Merah bergetar cepat; ungu bergetar lebih cepat lagi. Mata kita hanya bisa menangkap rentang kecepatan getaran yang sempit, yaitu warna-warna pelangi. Radio bergetar terlalu lambat untuk ditangkap mata, meskipun gelombang pesawat tetap bergetar lebih dari seribu juta kali per detik. Radio adalah warna yang tidak bisa kita lihat. Anjing bisa mendengar peluit yang tidak bisa kita dengar; lebah bisa melihat pola pada bunga yang tidak bisa kita lihat; dan antena bisa melihat warna cahaya yang tidak bisa kita lihat.

Karena gelombang pesawat bergetar lambat, gelombangnya panjang: dari satu riak ke riak berikutnya, panjangnya 27 sentimeter, kira-kira sepanjang penggaris. Angkat sebuah penggaris. Ribuan riak sebesar itu sedang melewati ruang kelas saat ini, dari setiap pesawat dalam jarak 400 kilometer, dan tidak ada yang bisa merasakannya.

Sekarang kalimat terpenting dalam pelajaran ini. **Radio bukan bunyi.** Kotak yang disebut "radio" memang mengeluarkan bunyi, dan itu membingungkan, tapi gelombang radio sendiri adalah cahaya yang tak bersuara. Bunyi adalah udara yang mendorong udara; bunyi memerlukan udara untuk merambat, dan bunyi itu lambat, sekitar 340 meter per detik, itulah sebabnya kamu melihat petir sebelum mendengar guntur. Radio tidak memerlukan apa pun: radio melintasi ruang kosong di antara satelit dan pesawat, tempat yang sama sekali tidak ada udaranya. Dan radio hampir sejuta kali lebih cepat daripada bunyi.

Deru mesin pesawat adalah bunyi, dan deru itu sampai kepadamu lama setelah pesawatnya lewat. Pesan pesawat adalah cahaya, dan pesan itu sampai ke antena yang berjarak 20 kilometer dalam waktu kurang dari sepersepuluh ribu detik.

Di kelas: tali dan lomba
Berpasangan, buatlah gelombang tali: lambat dan panjang, lalu cepat dan pendek, dan ukurlah. Lalu lomba pembawa pesan tercepat: sebuah kata yang dibisikkan dan diteruskan di sepanjang barisan dua puluh orang, melawan senter yang dikedipkan dari ujung aula ke ujung lainnya. Bisikan itu seperti bunyi, diteruskan dari satu bagian udara ke bagian berikutnya. Senter itu seperti pesan pesawat.

PELAJARAN 3

Telinga logam dan Bumi yang bulat

Kalau radio adalah warna yang tidak bisa kita lihat, lalu apa yang bisa melihatnya? Sepotong logam yang disebut **antena**. Ketika gelombang radio melewati sepotong logam, gelombang itu membuat listrik di dalam logam bergoyang bolak-balik seirama dengan gelombangnya. Goyangan kecil itulah pendengarannya, dan sebuah mesin yang disebut penerima membaca denyut-denyut pesawat dari goyangan itu. Lihat sekelilingmu: kotak Wi-Fi punya antena, mobil punya satu di atapnya, ponselmu punya satu yang tersembunyi di dalam tepinya, dan mungkin ada beberapa di atap sekolah.

Antena adalah telinga yang disetel. Ayunan naik paling tinggi kalau kamu mendorongnya seirama dengan gerak maju-mundurnya sendiri, dan sepotong logam "berayun" paling baik, secara listrik, kalau ukurannya pas untuk gelombangnya: seperempat panjang gelombang. Gelombang pesawat panjangnya 27 sentimeter, jadi antena terbaik untuknya tingginya sekitar 7 sentimeter. Itulah sebabnya antena sungguhan, di pesawat maupun di darat, berupa batang kecil dan bukan piringan besar. Di sini, lebih besar bukan berarti lebih baik. Yang penting adalah ukuran yang pas, dan ukuran yang pas itu kecil.

Nah, dari seberapa jauh telinga logam bisa mendengar sebuah pesawat? Ada sesuatu yang mengejutkan yang menentukannya: **Bumi itu bulat**. Radio adalah cahaya, cahaya merambat lurus, dan cahaya tidak bisa menembus tanah. Jadi garis lurus dari antena di atap segera menabrak lengkungan Bumi, dan pesawat mana pun di balik lengkungan itu tersembunyi, sekeras apa pun sinyalnya, seperti kapal yang sudah berlayar melewati cakrawala. Makin tinggi kamu berada, makin jauh kamu bisa melihat melewati lengkungan itu; kamu tahu ini dari pengalaman berdiri di atas kursi untuk melihat melewati kerumunan. Itulah sebabnya antena dipasang di atap, tiang, dan bukit. Dari atap, antena bisa mendengar pesawat yang terbang sepuluh kilometer di atas dari jarak lebih dari 400 kilometer, lebih jauh daripada Brussel ke Paris pulang-pergi. Tapi pesawat yang baru lepas landas dari bandara yang berjarak 50 kilometer mungkin sama sekali tersembunyi di balik Bumi sampai ia naik cukup tinggi untuk mengintip dari baliknya.

Di kelas: buat antenanya, lalu keluar kelas
Potong sebuah strip karton sepanjang 7 sentimeter, bungkus dengan aluminium foil, lalu dirikan di atas sebuah persegi yang dilapisi foil. Itulah ukuran dan bentuk yang pas untuk antena sungguhan; penerima sungguhan menambahkan radio dan komputer untuk membaca denyut-denyutnya. Lalu, di halaman sekolah: berjongkok, berdiri, naik ke bangku. Apa yang terlihat setiap kali? Itulah yang dilakukan atap untuk sebuah antena.

PELAJARAN 4

Banyak telinga membentuk satu peta

Satu antena di satu atap mendengar pesawat-pesawat dalam lingkaran langit selebar beberapa ratus kilometer. Untuk melihat seluruh Eropa, kamu memerlukan ratusan antena, di rumah, bandara, dan sekolah, tersebar sehingga lingkaran-lingkarannya saling tumpang tindih. Setiap antena mengirimkan apa yang didengarnya, melalui internet, ke sebuah komputer, dan komputer menyatukan lingkaran-lingkaran itu seperti puzzle. Pesawat yang sama biasanya didengar oleh sepuluh atau dua puluh antena sekaligus; komputer menyadari bahwa itu pesawat yang sama dan menggambarnya hanya sekali. Kalau satu antena melaporkan sebuah pesawat di tempat yang tidak disetujui semua antena lain, komputer tahu laporan itu mungkin keliru dan tidak memakainya.

Hasilnya adalah peta langsung: setiap pesawat yang sedang berbicara, di mana posisinya, seberapa tinggi, seberapa cepat, ke arah mana, diperbarui setiap detik. Dan sekarang kamu tahu seluruh rangkaiannya, dari awal sampai akhir. Pesawat mendengarkan satelit dan menghitung di mana ia berada. Pesawat mengatakannya dua kali per detik, dalam pesan berisi 112 jawaban ya-atau-tidak. Pesan itu menumpang pada gelombang cahaya tak terlihat. Telinga logam yang disetel di sebuah atap menangkapnya, selama pesawat berada di atas lengkungan Bumi. Dan ratusan telinga bersama-sama, saling berbagi apa yang mereka dengar, membentuk peta. Tidak ada seorang pun di darat yang mengukur apa pun. Pesawat-pesawat itu yang memberi tahu kita, dan kita mendengarkan.

Satu pertanyaan terakhir, jenis pertanyaan yang selalu diajukan ilmuwan yang baik. Apakah peta menunjukkan setiap pesawat? Tidak. Peta menunjukkan pesawat-pesawat yang sedang berbicara. Hampir semua pesawat penumpang besar berbicara. Beberapa pesawat kecil, pesawat layang, dan balon udara tidak punya radionya, dan beberapa pesawat militer memilih untuk tidak menggunakannya. Jadi peta itu jujur, tapi tidak lengkap. Tidak ada peta yang lengkap.

Di kelas: puzzle, lalu peta sungguhan
Pertama, kotak-kotak di lantai lagi, tapi sekarang setiap menara hanya bisa mendengar sudut ruangannya sendiri. Letakkan kertas-kertasnya berdampingan: bersama-sama, kertas-kertas itu menunjukkan setiap pesawat. Lalu peta sungguhan, diperbesar ke sekolah. Kelompokmu mengikuti satu pesawat selama sepuluh menit: namanya, ketinggiannya, kecepatannya, dari mana asalnya dan ke mana tujuannya. Lalu ceritakan seluruh kisah bagaimana pesawat itu bisa muncul di peta, langkah demi langkah, dengan kata-katamu sendiri.

Kuis Pendengar Langit

Pilih satu jawaban. Kalau salah, pikirkan lagi dan coba jawaban lain; yang penting adalah memahami alasannya.

1. 1. Seberapa sering pesawat mengirimkan pesannya?

A. Sekali sehari
B. Sekitar dua kali setiap detik
C. Hanya kalau pilot menekan tombol

2. 2. Siapa yang mencari tahu di mana pesawat berada?

A. Satelit mengawasinya dari luar angkasa
B. Pesawat menghitungnya sendiri lalu memberi tahu semua orang
C. Pengatur lalu lintas udara menebaknya

3. 3. Apa itu gelombang radio?

A. Bunyi yang keras
B. Sejenis cahaya yang tidak bisa dilihat mata kita
C. Sejenis angin

4. 4. Kenapa antena dipasang di atap?

A. Supaya lebih dekat ke pesawat
B. Supaya garis pandang lurusnya menjangkau lebih jauh melewati lengkungan Bumi
C. Karena burung menyukainya

5. 5. Kenapa peta memerlukan ratusan antena?

A. Satu antena hanya mendengar lingkaran langit selebar beberapa ratus kilometer
B. Antena mudah rusak
C. Setiap pesawat memerlukan antenanya sendiri

PENUTUP

Buat telinga logamnya

Sekarang kamu tahu seluruh ceritanya: pesawat yang berbicara, cahaya tak terlihat, telinga logam dan Bumi yang bulat, serta peta yang dibuat oleh banyak pendengar. Langkah terakhir adalah menjadi salah satu pendengarnya. Gurumu punya halaman yang menjelaskan cara membuat penerima sungguhan untuk sekolah, dengan antena sungguhan di atap atau di jendela. Kalau alatnya sudah bekerja, pesawat-pesawat di atas sekolahmu akan muncul di peta besar karena kelasmu yang mendengarnya.

Tanyakan gurumu tentang lokakarya `https://radar.dataero.eu/id/learning/workshop`

Jawaban

1. 1. Seberapa sering pesawat mengirimkan pesannya?
   B. Sekitar dua kali setiap detik Dalam satu menit, pesawat bergerak 15 kilometer. Kalau pesawat hanya berbicara sekali per menit, peta akan selalu salah. Dua kali per detik membuat peta tetap terbaru, dan tidak ada yang perlu menekan apa pun.
2. 2. Siapa yang mencari tahu di mana pesawat berada?
   B. Pesawat menghitungnya sendiri lalu memberi tahu semua orang Satelit hanya menyerukan waktu. Pesawat mengukur seberapa terlambat setiap seruan tiba, menghitung posisinya sendiri, lalu mengumumkannya. Tidak ada yang menemukan pesawat; pesawatlah yang memberi tahu.
3. 3. Apa itu gelombang radio?
   B. Sejenis cahaya yang tidak bisa dilihat mata kita Radio adalah cahaya dengan warna yang tidak bisa dilihat mata kita. Radio tidak memerlukan udara, bisa melintasi ruang kosong, dan bergerak hampir sejuta kali lebih cepat daripada bunyi.
4. 4. Kenapa antena dipasang di atap?
   B. Supaya garis pandang lurusnya menjangkau lebih jauh melewati lengkungan Bumi Jarak ke atas sampai ke pesawat hampir tidak berubah kalau dari atap. Yang berubah adalah seberapa jauh garis pandang lurus menjangkau sebelum menabrak tanah yang melengkung. Makin tinggi, makin jauh.
5. 5. Kenapa peta memerlukan ratusan antena?
   A. Satu antena hanya mendengar lingkaran langit selebar beberapa ratus kilometer Setiap antena hanya mendengar pesawat-pesawat di atas cakrawalanya sendiri. Banyak antena yang tersebar, dengan lingkaran-lingkaran yang saling tumpang tindih, bisa mencakup seluruh benua, dan komputer menyatukan lingkaran-lingkaran itu.