

36

Kegagalan Saluran

Link-link komunikasi di seluruh dunia kadang-kadang gagal. Selama kurun waktu tertentu, sinyal tidak dapat ditransmisikan. Perancang atau manajer jaringan bertanggung jawab terhadap probabilitas atau kegagalan frekuensi dan berapa lama kegagalan itu berlangsung.

Tingkat terhadap mana kegagalan saluran mempengaruhi operasi sistem komputer, sampai pada tingkat yang besar, bergantung pada sifat dasar dan tipe aplikasi. Sistem pemrosesan batch, misalnya, dapat mentolerir kegagalan saluran selama jangka waktu yang pendek. Namun dengan sistem online yang interaktif, kegagalan saluran dapat berkisar dari agak mengecewakan sampai pada membawa malapetaka. Seandainya sirkuit-sirkuit yang melakukan antar hubungan dengan dua pusat kontrol lalu lintas udara yang meliputi ruang udara di atas kota utama harus melewati turun selama lebih dari jangka waktu yang pendek, maka konsekuensinya mungkin membawa bencana.

Oleh karena perusahaan makin meningkat membuat sistem jaringan dan komputer yang “bermisi-kritis” atas mana perusahaan itu semakin bergantung pada kelancaran operasi aktivitas sehari-harinya, maka kegagalan dalam jaringan dapat terlalu mengganggu dan mahal. Sekalipun sirkuit gagal, namun perlu untuk membuat sistem yang non-stop. Pada saat sekarang banyak perusahaan yang sedang membangun jaringan yang *dapat mentolerir kesalahan*. Dalam jaringan yang dapat mentolerir kesalahan, fungsi transmisi dan penombolan jaringan

pokok diduplikasikan atau didistribusikan, sehingga apabila terjadi suatu kesalahan saluran atau peralatan, maka lalu lintas dapat ditombol untuk mengubah sirkuit atau sistem. Jika terjadi kegagalan sirkuit yang disewakan, dimana suatu duplikat tidak tersedia, maka jaringan dikonfigurasi sehingga lalu lintas pada sirkuit yang gagal secara otomatis ditombolkan pada rute umum. Beberapa kegagalan peralatan dan saluran dapat membuahkan hasil-hasil yang mahal; ini sering dapat terjadi apabila sistem baru telah dipasang. Pada tahun 1987, pertukaran telepon baru dipasang di London Stock Exchange. Terlepas dari menyampaikan panggilan yang datang dan pergi para broker, sistem itu juga digunakan untuk merelai informasi harga saham paling akhir ke terminal para broker dan dealer. Selama beberapa minggu pertama operasi, sistem terganggu oleh peralatan dan kegagalan saluran, yang mengosongkan layar dan menjadikan phone tidak dapat dioperasikan. Kerugian dari kegagalan menyebabkan ruginya transaksi saham yang bernilai jutaan pound.

Durasi kegagalan saluran berkisar dari pecahan detik sampai beberapa hari. Kegagalan selama beberapa hari umumnya jarang. Kegagalan selama beberapa detik adalah biasa. Apabila waktu outage melebihi durasi tertentu, biasanya hal itu akan dilaporkan ke perusahaan telepon sebagai kegagalan saluran. Dalam beberapa hal, noise pada saluran komunikasi yang menyebabkan kerusakan pada beberapa bit karakter merupakan kegagalan transmisi selama waktu yang sangat singkat, dan ini lebih umum daripada kegagalan yang lebih lama.

Outage-outage yang berkisar dari pecahan detik sampai berdetik-detik dinamakan *dropout*. Outage-outage yang lebih lama dinamakan *kegagalan saluran*. Kita membahas kesalahan data yang disebabkan oleh noise dalam Bab 37. Dalam bab ini, kita membahas dropout dan kegagalan saluran.

KETIADAAN

Tingkat outage saluran komunikasi dikutip dengan istilahnya *keberadaan*. Keberadaan, diukur selama jangka waktu apabila transmisi diperlukan, adalah

$$\frac{\text{total waktu yang ditransmisikan saluran}}{\text{total waktu dimana transmisi diperlukan}}$$

Jadi, keberadaan sebesar 0,98 beradaan bahwa saluran beroperasi secara tepat 98 persen dari waktunya.

Istilah *ketiadaan* juga digunakan:

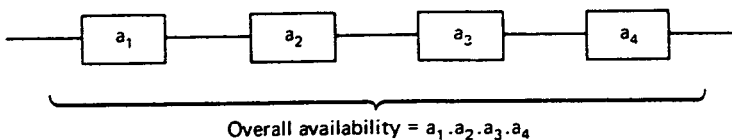
ketiadaan = 1 – keberadaan

Terdapat banyak faktor selain kegagalan saluran yang dapat menyumbangkan pada link transmisi yang sedang tidak aktif. Ini semua meliputi kegagalan modem, kesalahan operator, kesalahan software, kegagalan suplai tenaga ke mesin pengiriman atau penerimaan, dan kegagalan terminal, multiplexer, konsentrator, unit-unit kontrol saluran, atau peralatan lain yang membentuk path transmisi data. Dalam bab ini, *keberadaan* (atau *ketiadaan*) hanya mengacu pada saluran komunikasi. Tipe-tipe lain dari kegagalan membuat keberadaan transmisi data keseluruhan lebih buruk daripada angka-angka keberadaan yang dikutip.

Jika beberapa komponen dari suatu link merupakan deretan (dalam tandem) seperti dalam Gambar 36.1, dan memiliki keberadaan a_1, a_2, \dots, a_n , maka seluruh keberadaan dari link adalah $a_1 a_2 \dots a_n$ jika elemen link gagal secara mandiri. Oleh karena itu, jika terminal dan peralatan yang menghubungkannya dengan saluran memiliki suatu keberadaan 0,995, maka saluran itu memiliki 0,98; dan jika komputer dan peralatan yang menghubungkannya dengan saluran memiliki keberadaan 0,975, maka keseluruhan keberadaan sebagaimana terlihat oleh operator terminal adalah $0,995 \times 0,98 \times 0,975 = 0,951$. Terminal akan tidak berlaku selama kira-kira 10 jam per bulan, yang terlalu banyak bagi banyak aplikasi.

DEVIASI STANDAR

Situasi dibuat jauh lebih buruk oleh adanya fakta bahwa kegagalan tidak didistribusikan secara seragam. Kebanyakan statistik kegagalan memiliki deviasi standar yang tinggi. Untuk angka kegagalan per bulan, deviasi standar seringkali kira-kira sama dengan angka tengahnya. Ini menunjukkan bahwa dalam beberapa bulan sistem di atas tidak akan berlaku selama kurang dari 10 jam, sedangkan dalam beberapa bulan lainnya, akan jauh lebih buruk. Jika jumlah kegagalan per bulan



Gambar 36.1 Tersedianya elemen independent secara berentetan dilipatgandakan untuk memberikan keberadaan secara keseluruhan.

mengikuti distribusi eksponensial (suatu asumsi yang membuat ledakan yang masuk akal terhadap statistik yang diamati), kemudian dalam 0,14 dari bulan, angka kegagalan rata-rata adalah dua kali lipat, dan dalam 0,05 dari bulan, rata-rata akan menjadi tiga kali lipat. Sekali dalam setiap 4 tahun, akan menjadi empat kali rata-rata suatu situasi yang tentunya sering dianggap sebagai tak dapat diterima secara keseluruhan.

KEGAGALAN PEMBETULAN-DIRI

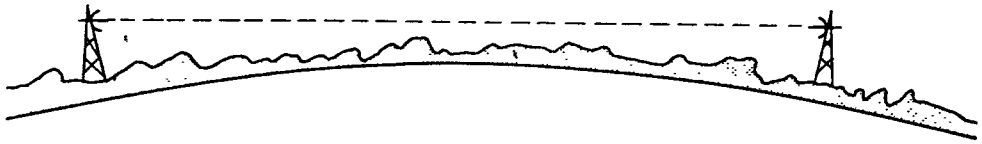
Outage-outage saluran terbagi dalam kelompok: yakni outage-outage yang disebabkan oleh kondisi yang membetulkan sendiri, yakni pekerjaan perbaikan biasanya tidak diperlukan, dan outage-outage yang merupakan kegagalan peralatan. Outage-outage sementara yang singkat disebabkan oleh noise atau distorsi kebetulan, sebagaimana digambarkan dalam bab sebelumnya. Outage-outage yang membetulkan sendiri lainnya disebabkan oleh para pekerja pada saluran, oleh fade mikrowave, oleh penombolan terhadap peralatan alternatif dan kadang-kadang oleh kontak penombolan yang melekat atau kegagalan peralatan yang sebentar-sebentar.

Penombolan otomatis terhadap saluran alternatif dalam kabel atau path yang sama, atau terhadap peralatan alternatif terjadi agak sering dan menyebabkan link transmisi tidak berlaku selama pecahan detik. Sudah pasti, outage saluran komunikasi yang paling umum merupakan dropout yang berlangsung selama pecahan kecil detik. Meskipun merupakan tipe outage yang paling umum, namun ia bukanlah penyumbang terbesar terhadap seluruh ketiadaan, tidak juga terlalu serius oleh karena durasinya yang singkat.

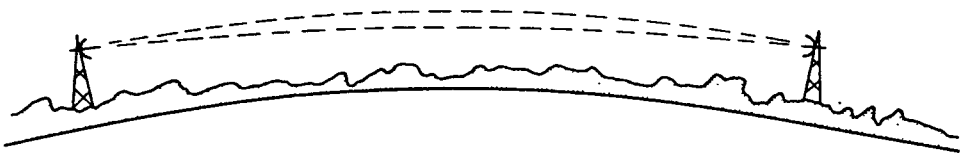
FADING MIKROWAVE

Transmisi mikrowave tunduk pada fading radio. Fade-fade kecil digantikan dengan kontrol perolehan otomatis radio. Fade-fade yang lebih buruk menyebabkan degradasi rasio sinyal ke noise dan oleh karena itu menyebabkan kesalahan outage komunikasi.

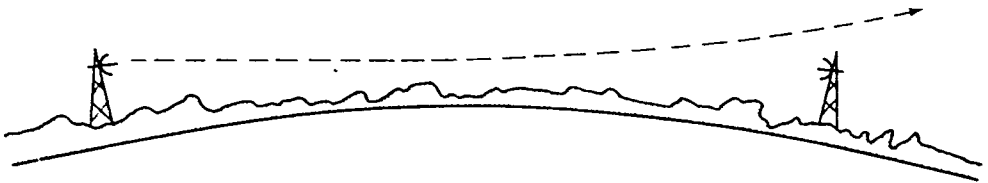
Terdapat dua tipe utama fade mikrowave, seperti diilustrasikan pada Gambar 36.2. Yang paling umum dinamakan *fading selektif* dan seringkali berlangsung dari beberapa detik sampai beratus-ratus detik. Fading selektif merupakan frequency-selective; yakni, ia mempengaruhi satu saluran mikrowave tetapi saluran-



1 Line of sight transmission.



2 **Selective fading.** Atmospheric distortion causes multiple path transmission. The separate transmission paths interfere with each other at certain frequencies, causing signal loss of durations ranging from a few to a few hundred seconds.



3 **Flat fading.** Under certain rare atmospheric conditions the signal is refracted so that signal loss may occur for several hours.

Gambar 36.2 Dua tipe fading mikrowave.

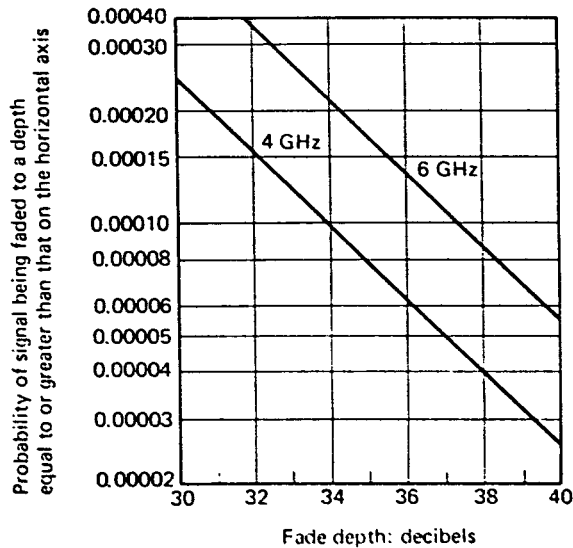
saluran pada frekuensi yang berdekatan. Hal itu disebabkan oleh distorsi atmosfer yang membelokkan satu path mikrowave lebih banyak daripada yang lainnya sehingga sinyal-sinyal mencapai antena penerima oleh lebih dari satu path, seperti ditunjukkan dalam gambar kedua pada Gambar 36.2. Sinyal-sinyal dari path-path yang berbeda saling melakukan interferensi, yang cenderung untuk saling membatalkan di luar frekuensi tertentu di tempat tertentu, persis seperti dua gelombang dari batu-batu yang jatuh saling berdekatan dalam suatu kolam saling

membatalkan pada titik-titik tertentu pada permukaan kolam. Tidak jauh dari titik pembatalan diatas permukaan kolam, gelombangnya kuat dan sama halnya dengan fading mikrowave. Jika antena penerima kedua digunakan di dekat antena yang pertama, maka kedua antena itu dapat disusun sehingga yang satu menerima sinyal dengan kuat pada saat-saat ketika yang satunya lagi tidak. Penggunaan antena pengganti dinamakan *perbedaan ruang* dalam link-link mikrowave.

Interferensi juga sangat bergantung pada frekuensi. Lokasi dimana sinyal-sinyal batal akan berbeda untuk frekuensi yang berbeda. Fenomena yang sama diamati dengan interferensi gelombang *sinar* dan merupakan penyebab terbentuknya pewarnaan pelangi pada pola interferensi sinar. Fade selektif mempengaruhi satu saluran mikrowave tetapi tidak mempengaruhi terhadap saluran pada frekuensi yang berdekatan. Oleh karena itu penombolan terhadap saluran alternatif frekuensi yang berbeda pada path yang sama dapat melindungi link. Penyediaan saluran tambahan dalam band frekuensi dinamakan *perbedaan frekuensi*. Beberapa sistem mikrowave mengatur 4 saluran di luar 20 pada rute yang dimuati penuh untuk bentuk perlindungan ini. Saluran tambahan juga diperlukan untuk melindungi terhadap outage-outage dikarena kegagalan peralatan dan aktivitas pemeliharaan. *Perbedaan frekuensi* dan *perbedaan ruang* meningkatkan kerusakan link. Jadi terdapat trade-off antara keberadaan saluran dan kerusakan saluran.

Dekat dengan tempat diatas permukaan kolam dimana gelombang tidak jadi adalah wilayah yang lebih besar dimana gelombang sebagian berukuran lebih kecil daripada seandainya tidak terdapat interferensi. Sama halnya, dengan link-link mikrowave, fade-fade yang dalam yang menghilangkan sinyal (fade 40 decibel) biasanya berlangsung hanya beberapa detik, sedangkan fade-fade yang lebih kecil (misalkan saja 10 decibel) berlangsung hingga beberapa ratus detik. Variasi ini dalam ke dalam fade diilustrasikan dalam Gambar 36.3.

Tipe yang kurang umum fading mikrowave yang lebih merugikan apabila tipe itu terjadi disebut *fading datar*. fade-fade ini diilustrasikan di bagian dasar Gambar 36.2 dan terjadi hanya menurut kondisi-kondisi atmosfer yang luar biasa. Dasar kabut menyebabkan terbentuknya suatu lereng dalam dielektrika yang konstan atmosfernya dan oleh karena itu membengkokkan sinar radio sehingga bagian pokok dari energinya tidak mencapai antena penerima. Kadang-kadang ini terjadi di wilayah-wilayah yang tinggi isi kelembabannya yang memiliki kondisi udara stabil, tenang di malam hari atau pagi-pagi sekali. Frekuensi yang luas wilayahnya terkena pengaruh sehingga perbedaan frekuensi maupun perbedaan ruang memberikan perlindungan dari fading datar. Perlindungan terbaik merupakan

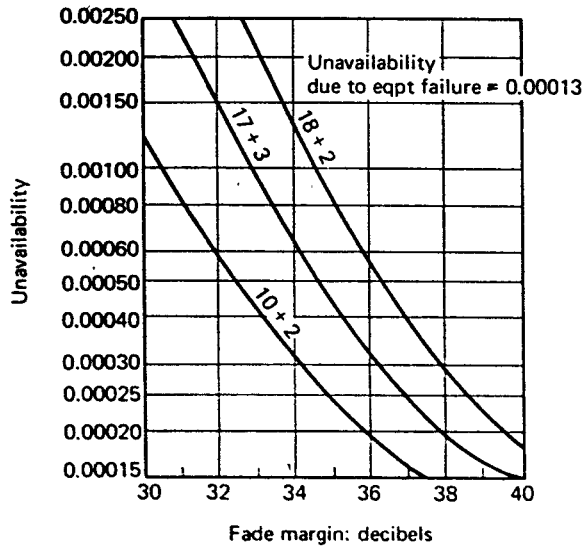


Gambar 36.3 Variasi probabilitas fade yang memiliki kedalaman fade pada link mikrowave yang biasa.

pilihan path mikrowave yang sesuai dengan loncatan radio benar-benar pendek. Fading datar kadang-kadang menyebabkan outage mikrowave selama beberapa jam.

Baik fade selektif maupun fade mikrowave tidak banyak terjadi selama jam-jam kerja utama. Kedua fade itu terutama terjadi di malam hari dan cenderung terbatas sampai bulan-bulan tertentu selama setahun. Selama bulan-bulan di musim dingin, ketika kelembaban rendah, variasi-variasi sinyal biasanya kecil. Di malam musim panas yang cerah dengan sedikit angin atau tidak ada sama sekali, distribusi suhu dan kelembaban yang tak seragam dapat menciptakan variasi-variasi besar dalam dielektrika yang konstan mengenai atmosfernya yang lebih rendah, dan penampilan mikrowave melemah.

Tujuan AT&T untuk memperoleh reliabilitas pada sistem mikrowave muatan panjang (4000 mile, dua jalan) adalah bahwa outage suatu saluran seharusnya tidak melebihi 0,0002 atau $1\frac{3}{4}$ jam per tahun [2]. Gambar 36.4 menunjukkan outage-outage yang khas untuk path komunikasi yang seperti ini, dengan jumlah saluran perlindungan yang berbeda-beda. Penombolan otomatis terhadap saluran



Gambar 36.4 Ketidakterbadaan sirkuit microwave dua cara 4000 mil yang biasa dengan: (a) 2 saluran perlindungan untuk setiap 10 saluran; (b) 3 saluran perlindungan untuk setiap 17 saluran; (c) 2 saluran perlindungan untuk setiap 18 saluran.

perlindungan itu sendiri akan menyebabkan outage transmisi yang kurang dari satu detik.

KEGAGALAN PERALATAN

Penyebab utama outage-outage panjang adalah kegagalan peralatan. Oleh karena itu durasi outage-outage dan keberadaan saluran bergantung pada seberapa cepat kegagalan itu dilaporkan dan seberapa cepat perusahaan telepon memobilisasi para ahli perbaikannya. Sebagian besar kegagalan peralatan dibetulkan dalam waktu satu jam atau beberapa jam, mungkin dengan mengganti peralatan mungkin juga dengan mengganti saluran alternatif. Jika terjadi kegagalan dalam suatu kantor yang memiliki para ahli perawatan di tempat, kegagalan itu biasanya dapat dibetulkan kurang dari satu jam. Jika kegagalan terjadi di tempat yang jauh, maka perbaikan itu mungkin memakan waktu 2 sampai 4 jam. Beberapa kegagalan adalah lebih katastropis sifat dasarnya dan memakan waktu yang lama untuk memperbaikinya.

Gambar 36.5 menunjukkan suatu analisis tentang durasi dan sebab-sebab interupsi pada sirkuit data yang menempuh rute 892 km melalui kabel (tanpa mikrowave) antara Kopenhagen dan Rotterdam [3]. Gambar itu menunjukkan sebab-sebab yang khas timbulnya outage-outage selama periode 2 bulan. Semua kegagalan peralatan dalam ilustrasi ini dibetulkan kurang dari 1 jam.

WAKTU SIANG HARI

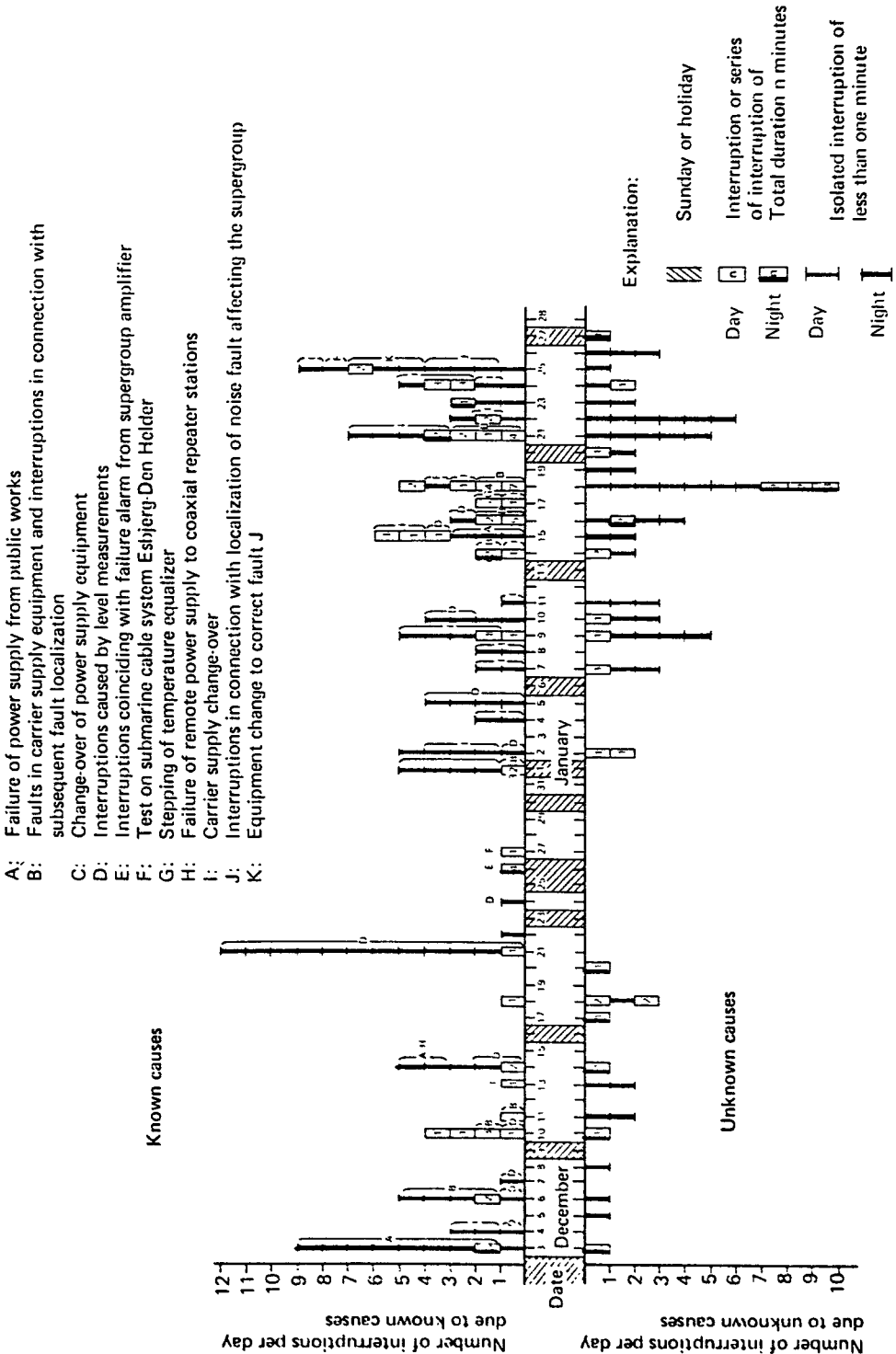
Keberadaan saluran agak bervariasi dengan waktu siang hari. Fade-fade mikro-wave cenderung terjadi pada malam hari. Sebagian besar kegagalan yang lain terjadi paling sering selama siang hari dan biasanya ketika lalu lintas paling padat. Lebih banyak penombolan terhadap sirkuit-sirkuit alternatif terjadi selama lalu lintas padat, dan kegagalan yang disebabkan oleh pekerjaan perbaikan pada saluran cenderung terjadi pada periode sibuk. Ketiadaan pada jam 9 pagi sampai jam 5 sore seringkali dua sampai empat kali lipat daripada di malam hari. Sebaliknya, kegagalan katastrofis mungkin tidak diperbaiki secara cepat di malam hari.

WAKTU UNTUK PERBAIKAN

Ketiadaan yang dikarenakan kegagalan peralatan bergantung pada seberapa cepat kegagalan itu dilaporkan dan diperbaiki. sudah jelas dari statistik yang disimpan oleh para pelanggan transmisi data bahwa ini sangat variabel. Jika prosesnya lamban dan tidak efisien, maka seringkali proses itu dapat memakan 4 jam atau sekitar itu. Jika prosesnya cepat dan efisien, maka mungkin memakan waktu kurang dari 1 jam.

Pelanggan perusahaan telepon dapat mempengaruhi keberadaan saluran yang disewakan dengan mempertahankan deteksi kesalahan yang efisien dan prosedur-prosedur pelaporan dan dengan mempertahankan hubungan dekat dengan perusahaan telepon.

Dalam satu survei yang terinci, sekelompok sistem yang berpangkal pada komunikasi yang diakui terkelola dengan baik dibandingkan dengan seksi silang umum sistem yang berpangkal pada komunikasi. Banyak dari alasan yang harus berkaitan dengan ketidakefisienan pelanggan-operator, demikian juga hubungan-hubungan dengan pembawa umum. Di organisasi yang dikelola dengan buruk,



Gambar 36.5 Analisis tentang durasi dan penyebab-penyebab interupsi pada sirkuit data yang diarahkan lewat kabel (bukan microwave) antara Kopenhagen dan Rotterdam (892 km).

perdebatan mengenai siapa yang bertanggung atas kegagalan akan menunda pengisolasian dan perbaikannya.

SALURAN YANG BAIK DAN BURUK

Statistik yang lebih penting bagi perancang pemrosesan data adalah bahwa mungkin ada urutan perbedaan magnitude antara tingkat outage *rata-rata* dan saluran yang *menyusahkan*. Distribusi kesusahan sirkuit cenderung sangat bimodal. Beberapa saluran, barangkali menempuh rute melewati peralatan yang sudah tua atau marginal, menyusahkan secara terus menerus. Perpecahan sejumlah outage saluran yang dilaporkan berikut ini adalah khas. Perpecahan itu menghubungkan pemakai dengan 18 saluran tingkat suara yang disewakan jarak jauh. Lima dari 18 saluran itu sangat buruk seperti diperlihatkan pada Tabel 36.1.

Tabel 36.1

Outage-outage Saluran yang Dilaporkan per Bulan	
Saluran 1	2
Saluran 7	4
Saluran 9	3
Saluran 10	13
Saluran 13	3
Rata-rata darike semua 18 saluran	0,32

Apabila suatu sistem mungkin amat bergantung pada suatu saluran, maka perancang sistem itu harus menghargai, pada saat keberadaan saluran tengah sangat bagus, bahwa keberadaan saluran kritis mungkin serendah 0,98 dan kadang-kadang lebih rendah lagi. Kadang-kadang statistik menunjukkan saluran yang memiliki keberadaan serendah 0,90. Jika saluran yang bersangkutan menjalankan peralatan kontrol proses, terminal-terminal broker stock, cash register supermarket, atau alat-alat lainnya terhadap mana outage-outage merugikan, alat-alat seharusnya tidak bergantung semata-mata pada saluran. Sistem harus dirancang sehingga alat-alat yang bersangkutan memiliki kapabilitas penyimpanan dan pemrosesan lokalnya sendiri yang dengannya sistem dapat selamat apabila saluran keluar.

Jika pemakai pemrosesan data memiliki saluran yang disewakan yang secara substansial lebih menyusahkan daripada rata-rata, ia harus meminta perusahaan telepon untuk mengubah rutenya melewati peralatan yang berbeda. Jika ini dila-

kukan dengan semua saluran yang menyusahkan, maka keberadaan keseluruhan untuk sistem itu dapat diperbaiki secara substansial. Meskipun begitu, kita mengingatkan bahwa seorang analis sistem yang merancang suatu sistem dimana keberadaan adalah vital harus beranggapan bahwa saluran yang kritis mungkin tidak berlaku 2 persen dari waktunya.

OUTAGE KATASTROFIS

Kadang-kadang kerusakan hebat terjadi pada saluran transmisi, yang tidak dapat diperbaiki dengan cepat. Sebuah bulldozer membongkar lup lokal, sebuah tabrakan kendaraan merobohkan tiang telepon, atau peralatan penghentian dimusnahkan oleh api. Outage sehari atau lebih merupakan peristiwa yang jarang di negara-negara industri besar tetapi mungkin lebih umum di beberapa negara lainnya.

Di Hinsdale, dekat Chicago, kantor bea cukai AT&T yang besar musnah oleh api pada tahun 1987, yang melumpuhkan semua telekomunikasi umum di atas wilayah yang luas. Banyak pelanggan kehilangan teleponnya dan layanan data (termasuk beribu-ribu sirkuit T1) selama berminggu-minggu. Peti-peti AT&T hilang sebab peti-peti itu dikirim melalui kantor bea cukai yang sama. Para pelanggan menggunakan transmisi satelit dan radio seluler untuk menjembatani lubang telekomunikasi yang luas ini. Kerugian finansial yang besar terjadi pada perusahaan yang tidak memiliki fasilitas pengganti darurat untuk komputernya. Namun, sebagian dapat menjalankan lagi operasinya di kota yang berbeda dalam waktu 24 jam.

TINDAKAN PROTEKTIF

Untuk melindungi diri sendiri dari kegagalan saluran, diharapkan bahwa suatu sistem dapat mengambil salah satu dari dua tindakan:

1. Mendirikan path transmisi alternatif secara otomatis dan cepat.
2. Mengambil tindakan pemrosesan data alternatif yang sementara mengelakkan kebutuhan akan transmisi.

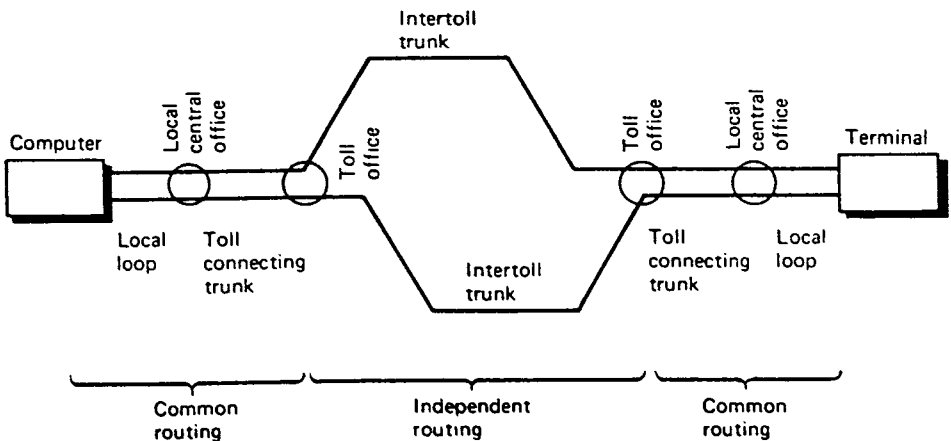
Tindakan kedua merupakan persoalan yang kompleks dan sangat bergantung pada aplikasi. Komputer murah yang kecil dan unit-unit penyimpanan digunakan pada lokasi terminal. Penggunaan yang terhadapnya komputer di tempatkan ber-

beda antara satu tipe dengan tipe lainnya. Komputer peripheral biasanya memiliki banyak fungsi selain fungsi-fungsi yang benar-benar terkait dengan keberadaan.

Pembentukan otomatis path transmisi alternatif mungkin merupakan solusi yang baik terhadap problem-problem outage saluran. Dalam beberapa sistem, jaringan yang didistribusikan digunakan dalam mana lebih dari satu saluran diarahkan dengan path-path yang berbeda antara lokasi-lokasi yang kritis. Dalam sistem yang lain unit kontrol saluran dapat mendeteksi kegagalan saluran yang disewakan dan secara otomatis men-dial path alternatif terhadap jaringan publik.

Sayangnya, pada saat pembuatan rute alternatif seperti ini tampaknya merupakan solusi yang sempurna, dalam prakteknya, bagian dari rute alternatif biasanya menggunakan fasilitas yang sama dengan rute yang digantikannya. Konsekwensinya, sirkuit alternatif dan sirkuit yang digantikannya sering gagal secara bersama-sama. Terutama, kedua sirkuit itu mungkin berjalan melalui lup-lup yang sama menuju komputer atau lokasi-lokasi terminal. Banyak rute-rute yang tampaknya pengganti yang dilewati melalui kantor bea cukai Hinsdale terbakar bersama-sama. Organisasi-organisasi yang berpikir bahwa mereka memiliki jaringan yang aman dari kegagalan menemukan bahwa jaringan itu gagal secara katastrofis selama periode yang lama.

Gambar 36.6 menunjukkan dua sirkuit transmisi antara terminal dan komputer. Salah satu darinya mungkin merupakan saluran tingkat suara yang dise-

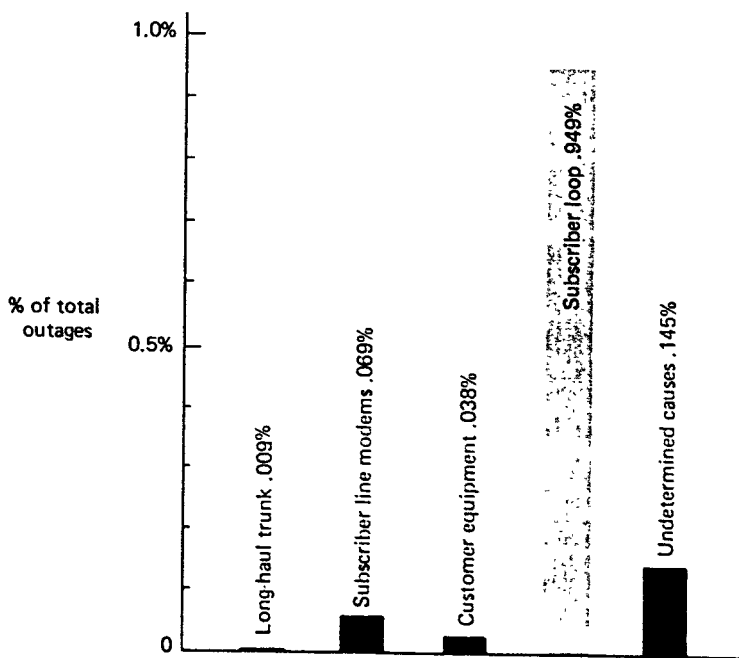


Gambar 36.6 Usaha-usaha untuk mencapai pembuatan rute berbeda otomatis tidak memberikan perlindungan yang lengkap sebab sirkuit yang berbeda diarahkan melalui fasilitas lokal.

wakan, saluran dial umum, atau saluran wideband. Kedua sirkuit itu merupakan kabel pasangan kawat yang sama yang menghubungkan komputer dengan kantor pusat lokalnya dan masih dalam lup yang menghubungkan terminal dengan kantor sentral lokalnya. Kedua kantor sentral itu dihubungkan dengan kantor bea cukai pada batang yang menghubungkan, dan dalam batang ini juga, sirkuit mungkin memiliki secara bersama fasilitas fisik umum. Sirkuit itu kadang-kadang menggunakan secara bersama-sama kelompok multipleks yang sama. Antara kantor bea cukai, sirkuit mungkin sepenuhnya terpisah dan independen. Jika terminal itu dihubungkan dengan kantor sentral yang sama atau kantor bea cukai sebagai komputer, sirkuit mungkin memakai secara bersama fasilitas umum sepenuhnya.

OUTAGE LOOP LOKAL

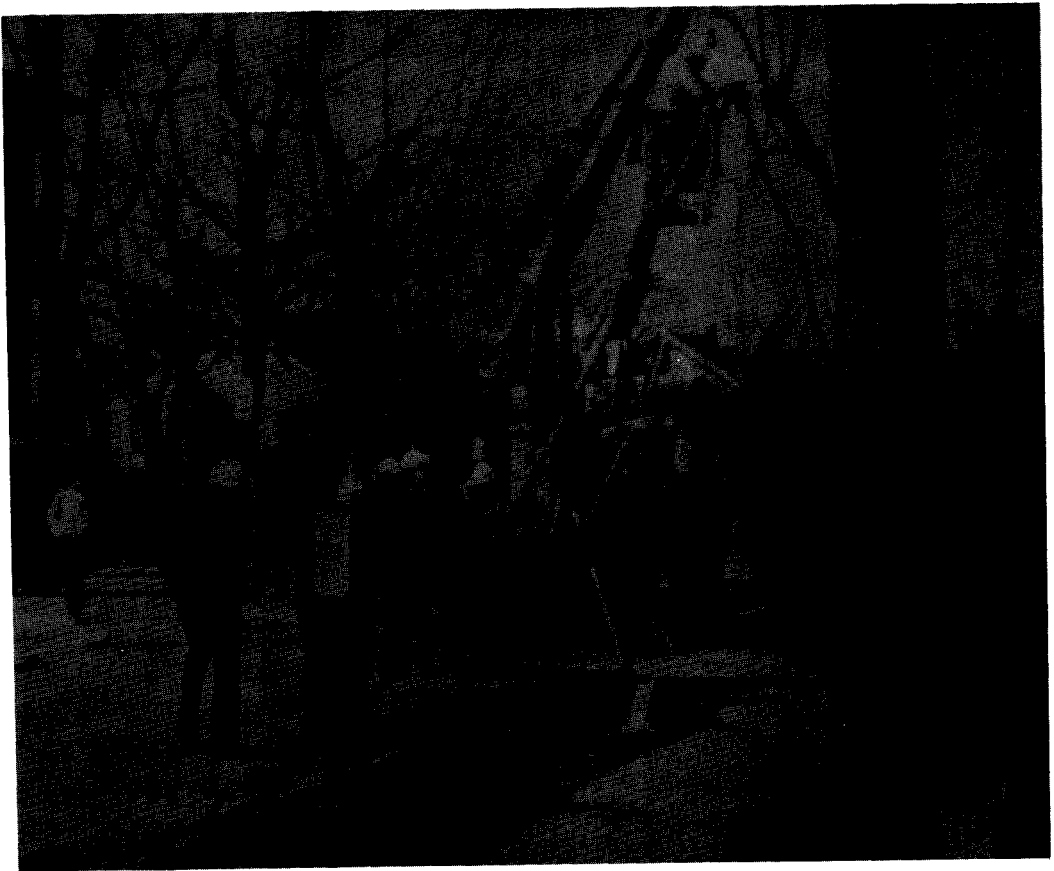
Terdapat beberapa statistik yang tersedia yang memancarkan sinar terhadap proporsi outage apa yang akan mempengaruhi dua sirkuit yang diarahkan secara ber-



Gambar 36.7 Sebab-sebab outage sirkuit 4800-bps selama tahun pertama pengopersian sistem seluruh negara Amerika [5].

beda secara bersama-sama. Namun, beberapa konklusi umum dan ditarik, Kebanyakan link-link mikrowave merupakan batang-natang intertoll; oleh karena itu fade mikrowave biasanya akan mempengaruhi hanya salah satu sirkuit yang diarahkan berbeda.

Kebanyakan dropout yang disebabkan oleh penombolan saluran otomatis demikian pula mempengaruhi batang-batang intrtoll. Sebaliknya, sebagian besar kegagalan katastropis atau outage-outage yang lebih lama dari pada 3 jam merupakan problem lokal dan mungkin mempengaruhi kedua sirkuit. Kegagalan lokal yang disebabkan oleh pekerjaan kontruksi, kabel basah yang disebabkan oleh banjir, badai es, cabang pohon yang roboh di atas saluran yang ada di atas kepala,

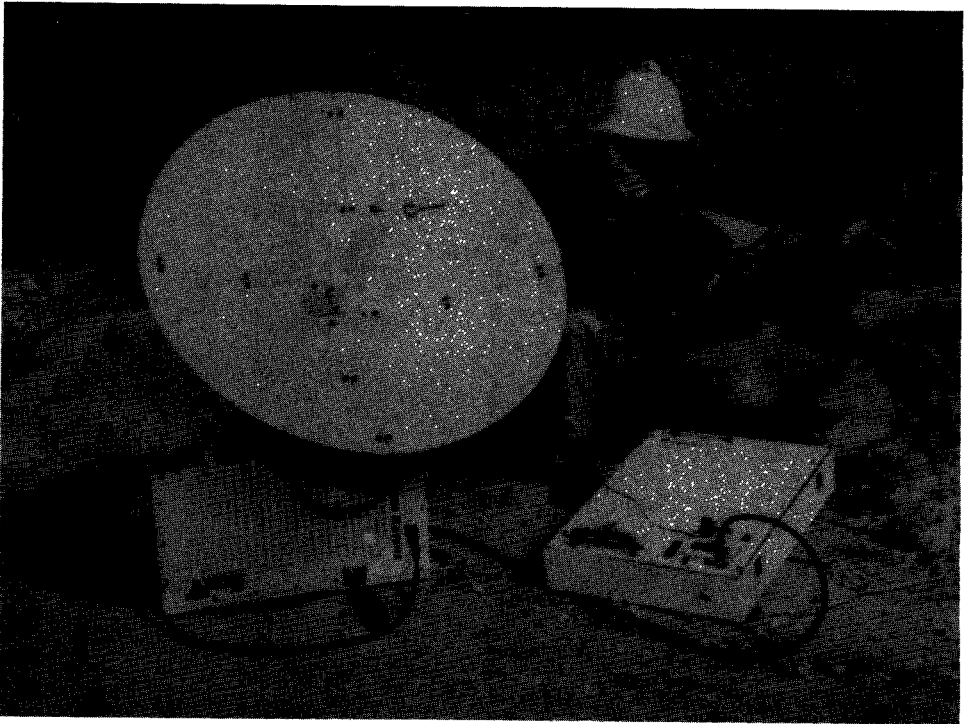


Gambar 36.8 Outage katastropis, panjang tak normal, seringkali hal-hal yang melibatkan lup-lup lokal. Outage tidak dapat diloncati sebab semua sirkuit, dial dan yang disewakan, berjalan melalui kabel yang sama.

tabrakan kendaraan, sabotase kota, dan sebagainya, merusak kedua sirkuit itu dan sangat mempengaruhi ketiadaan sebab lamanya waktu perbaikan.

Dalam beberapa perbandingan ketiadaan untuk panjang saluran yang berbeda-beda, saluran panjang tidak jauh lebih buruk daripada saluran yang sangat pendek, dengan menyatakan sekali lagi bahwa proporsi problem yang tinggi ada dalam lup pelanggan atau batang yang menghubungkan bea cukai. Gambar 36.7 menunjukkan sebab-sebab outage sirkuit 4800-bps selama tahun pengoperasian pertama pada sistem seluruh negara di Amerika Serikat (5) dan akan terlihat bahwa outage lup pelanggan adalah dominan (Gambar 36.8).

Dapatkah seorang pelanggan memperoleh dua lup yang diarahkan terpisah? Kadang-kadang, terutama bagi para pelanggan di blok-blok kota, ini merupakan hal yang mungkin dengan biaya yang masuk akal. Namun, seringkali, kabel yang diarahkan terpisah belum ada, dan biaya pemasangannya terlalu besar. Biaya itu



Gambar 36.9 Stasiun bumi yang dapat diangkat untuk pertolongan bencana. Banyak dish-dish satelit temporer dipasang di wilayah yang dilayani oleh Hinsdale, IL, kantor toll, setelah kebakaran yang menimbulkan bencana dalam kantor itu.

sangat besar di lokasi pedesaan. Dalam beberapa hal, perusahaan telepon tidak akan menentukan apakah saluran dial-up yang standby menggunakan kabel yang sama dengan saluran yang disewakan yang akan digantikan ataukah tidak.

PEMULIHAN DARI BENCANA

Satu cara untuk menyembuhkan layanan telekomunikasi dari ujung ke ujung dengan cepat, seandainya bencana besar terjadi, adalah dengan menggunakan transmisi satelit. Dengan menggunakan sebuah satelit, jaringan umum yang rusak dapat dijangkau sepenuhnya. Stasiun bumi satelit yang mudah dibawa yang sama dengan stasiun yang ditunjukkan dalam Gambar 36.9 dapat digunakan untuk memulihkan komunikasi ke dunia luar. Setelah terjadi bencana besar seperti gempa bumi atau letusan gunung berapi, dimana ratusan atau malah ribuan kehidupan terancam, salah satu dari prioritas pertama adalah mendirikan ulang link-link komunikasi. Alternatif cabang yang mirip tersedia bagi perusahaan.