

# PROPAGASI

## UMUM

Apabila kita berbicara tentang propagasi maka kita menyentuh pengetahuan yang berhubungan dengan pancaran gelombang radio. Seperti kita ketahui bahwa apabila kita transmit, pesawat kita memancarkan gelombang radio yang ditumpangi oleh audio kita. Gelombang radio tadi diterima oleh receiver lawan bicara kita dan oleh receiver itu gelombang radionya dihilangkan dan audio kita ditampung lewat speaker.

Gelombang radio yang dipancarkan tadi berupa gelombang elektromagnetik bergerak menurut garis lurus. Gelombang radio mempunyai sifat seperti cahaya, ia dapat dipantulkan, dibiaskan, direfraksi dan dipolarisasikan. Kecepatan rambatnya sama dengan kecepatan sinar ialah 300.000 km tiap detik. Dapat kita bayangkan bila gelombang radio bisa mengelilingi dunia, maka dalam satu detik bisa keliling dunia 7 kali.

Kita ketahui bahwa dunia kita berbentuk bulat seperti bola, akan tetapi pancaran gelombang radio high frequency dari Indonesia bisa sampai di Amerika Serikat yang terletak dibalik bumi sebelah sana, padahal ia bergerak menurut garis lurus. Phenomena alam seperti tersebut tadi dapat dijelaskan sebagai uraian di bawah ini.

Di angkasa luar, ialah di luar lapisan atmosphere bumi terdapat lapisan yang dinamakan ionosphere. Ionosphere adalah suatu lapisan gas yang terionisasi sehingga mempunyai muatan listrik, lapisan ini berbentuk kulit bola raksasa yang menyelimuti bumi. Lapisan ini dapat berpengaruh kepada jalannya gelombang radio.

Pengaruh-pengaruh penting dari ionosphere terhadap gelombang radio adalah bahwa lapisan ini mempunyai kemampuan untuk membiaskan dan memantulkan gelombang radio. Kapan gelombang radio itu dipantulkan dan kapan gelombang radio dibiaskan atau dibelokkan tergantung kepada frekuensinya dan sudut datang gelombang radio terhadap ionosphere.

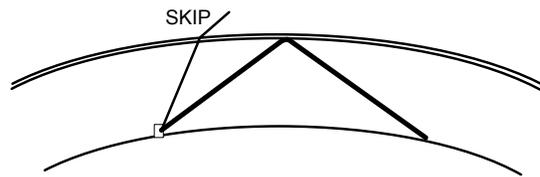
Frekuensi gelombang radio yang mungkin dapat dipantulkan kembali adalah frekuensi yang berada pada range Medium Frequency (MF) dan High Frequency (HF). Adapun gelombang radio pada Very High Frequency (VHF) dan Ultra High Frequency (UHF) atau yang lebih tinggi, secara praktis dapat dikatakan tidak dipantulkan oleh ionosphere akan tetapi hanya sedikit dibiaskan dan terus laju menghilang ke angkasa luar. Gelombang radio yang menghilang ke angkasa luar tadi dalam istilah propagasi dikatakan SKIP.

## PEMBAGIAN BAND FREKUENSI RADIO

Very Low Frequency	VLF	3 - 30 KHZ
Low Frequency	LF	30 - 300 KHz
Medium Frequency	MF	300 - 3.000 KHz
High Frequency	HF	3 - 30 MHz
Very High Frequency	VHF	30 - 300 MHz
Ultra High Frequency	UHF	300 - 3.000 MHz
Super High Frequency	SHF	3 - 30 GHz
Extremely High Frequency	EHF	30 - 300 GHz

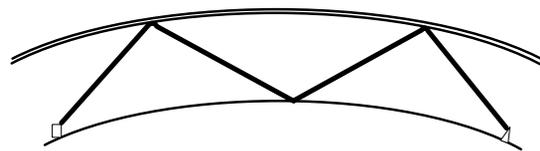
Tabel 1

Oleh karena gelombang radio pada range MF dan HF dapat dipantulkan oleh ionosphere, maka gelombang yang dipancarkan ke udara dapat balik lagi ke bumi di tempat yang cukup jauh. Oleh bumi gelombang tadi dapat dipantulkan lagi balik ke angkasa dan oleh ionosphere dipantulkan ulang balik ke bumi.



SINGLE HOP  
Gambar 1

Dengan pantulan bolak balik ini, maka gelombang radio dapat mencapai jarak sangat jauh dan dengan demikian dapat mencapai belahan bumi di balik sana.



MULTIPLE HOP  
Gambar 2

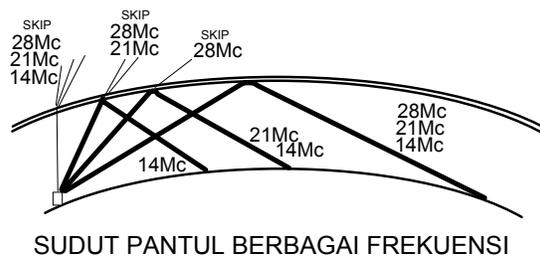
Dalam istilah propagasi, pantulan yang hanya sekali bolak balik dinamakan single hop dan yang berkali-kali dinamakan multiple hop. Sudah barang tentu dalam perjalanannya, gelombang radio akan mengalami pengurangan kekuatannya dan juga efisiensi setiap kali pantulan akan mengurangi pula kekuatan gelombang radio sehingga pancaran dengan multi hop akan lebih lemah dibanding dengan single hop.

### HUBUNGAN FREKUENSI DAN PANTULAN.

Makin tinggi frekuensi gelombang radio, dapat dikatakan secara praktis makin sulit dipantulkan oleh ionosphere. Untuk gelombang yang cukup rendah misalnya pada band 160 meter, gelombang yang dipancarkan hampir tegak lurus ke atas dapat dipantulkan balik ke bumi.

Dengan sudut pantul yang hampir tegak lurus tersebut, jarak capai kembali ke bumi relatif sangat dekat (untuk single hop). Untuk mencapai jarak yang jauh diperlukan multiple hop, dan sudah barang tentu kekuatannya menjadi lemah, sehingga untuk mencapai jarak yang cukup jauh pada band tersebut atau band-band rendah yang lain diperlukan daya pancar pesawat yang relatif lebih besar.

Makin tinggi frekuensi gelombang radio, agar dapat dipantulkan oleh ionosphere diperlukan sudut yang makin kecil. Dengan sudut pantul yang kecil tersebut jarak capai pantulannya ke bumi makin jauh. Pada Very High Frequency sudut pantul yang diperlukan sangat kecil sehingga secara praktis tidak mungkin dilakukan. Kita telah rasakan bersama bahwa apabila kita bekerja pada band 10 meter, dengan daya pancar yang relatif kecil, misalnya 5 Watt sudah dapat mencapai benua Amerika dan benua Eropa.



Gambar 3

Agar kita mendapatkan sudut pancaran yang efektif untuk setiap band frekuensi, diperlukan pemilihan jenis antena yang tepat. Setiap jenis antena cenderung mempunyai pola radiasi yang berbeda dan dengan mempelajari berbagai pola radiasi dari berbagai jenis antena, kita dapat memperoleh jenis antena yang tepat untuk band-band tertentu.

Dengan sifat gelombang MF dan HF seperti telah diuraikan tadi, maka untuk keperluan komunikasi jarak jauh kita cenderung menggunakan high frequency.

Karena gelombang radio pada high frequency dapat mencapai jarak yang jauh dengan hanya mengharapkan bantuan dari benda-benda alam yang ada disekeliling bumi atau dikatakan pancaran secara teresterial.

Dengan dikembangkannya satelit komunikasi radio yang dapat bertidak sebagai repeater atau pancar ulang, maka teknologi ini memberikan era baru dalam propagasi radio, ialah dengan dimungkinkannya pancaran pada band-band frekuensi di atas HF untuk mencapai jarak jauh.

Oleh karena secara praktis gelombang radio pada range di atas HF tidak dipantulkan oleh ionosphere, maka ia dapat menembus angkasa luar dengan efisien dan mencapai satelit dengan baik.

### JARAK SKIP (SKIP DISTANCE).

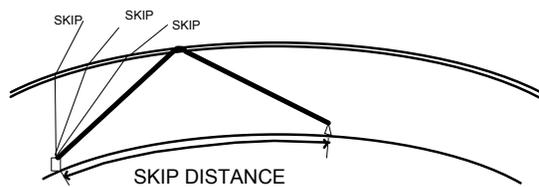
Istilah skip dapat diterjemahkan sebagai *menghilang*, artinya gelombang radio tadi tidak terpantul kembali lagi ke bumi akan tetapi menghilang ke angkasa luar. Gelombang radio pada band tinggi yang dipancarkan ke udara dengan sudut yang besar tidak dipantulkan lagi ke bumi dan menghilang ke angkasa. Ini amat dirasakan apabila kita bekerja pada band-band 15, 12 dan 10 meter. Gelombang radio pada frekuensi-frekuensi ini tidak dapat mencapai jarak yang dekat, karena untuk mencapai jarak dekat diperlukan sudut yang besar padahal gelombang dengan sudut besar tidak dipantulkan balik ke bumi.

Sebenarnya transmisi kita untuk dapat mencapai stasiun lawan tidak hanya lewat pantulan ionosphere yang disebut *sky wave*, akan tetapi sebagian transmisi dipancarkan juga secara langsung atau *ground wave*. Akan tetapi pancaran yang melalui *ground wave* ini tidak dapat mencapai jarak jauh, hanya beberapa kilometer saja, sehingga harapan untuk dapat melakukan komunikasi jarak jauh cenderung bersandar kepada *sky wave*.

Jarak terjauh dari pemancar kita yang tidak dapat menerima pancaran kita melalui *sky wave* disebut jarak skip atau *skip distance*.

Sedangkan daerah yang tidak dapat dijangkau oleh pancaran radio karena jarak yang terlalu dekat untuk suatu frekuensi tertentu, sehingga pancaran gelombang radio skip ke angkasa luar disebut daerah skip atau *skip zone*.

Skip zone berbentuk gelang mengelilingi pemancar kita dengan diameter dalam sejauh pancaran *ground wave* dan diameter luar sejauh *skip distance*. Oleh karena jarak capai *ground wave* sangat kecil, maka praktis diameter dalam dari skip zone diabaikan sehingga skip zone berbentuk lingkaran dengan diameter sebesar *skip distance*



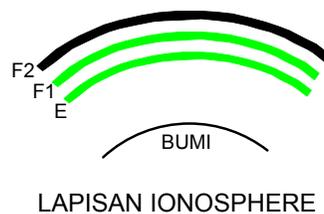
Gambar 4

## IONOSPHERE.

Ionosphere yang menyelimuti bumi kita ini dapat terdiri atas beberapa lapis, antara lain yang disebut lapisan D, E dan lapisan F. Lapisan D adalah lapisan yang paling rendah, sedangkan E adalah lapisan di atasnya dan disusul dengan lapisan F yang merupakan lapisan teratas. Tinggi lapisan F adalah sekitar 280 kilometer sedangkan lapisan E sekitar 100 kilometer diatas permukaan bumi.

Pada siang hari lapisan F terpecah menjadi dua ialah F1 dan F2 masing-masing mempunyai ketinggian sekitar 225 kilomter dan 320 kilometer. Sedangkan pada malam hari kedua lapisan tersebut bergabung lagi menjadi satu lapisan tunggal ialah lapisan F. Lapisan F inilah yang mempunyai arti penting dalam pancaran gelombang radio teresterial, dimana komunikasi jarak jauh bersandar kepada kondisi lapisan ini.

Kesempurnaan pemantulan yang dilakukan oleh lapisan ionosphere cenderung tergantung kepada kesempurnaan ionisasi dari lapisan tersebut. Lapisan ionosphere yang terion secara sempurna merupakan lapisan yang masif dan mempunyai daya pantul cukup baik pada gelombang radio. Kondisi propagasi pada malam hari dalam keadaan normal sehari-hari pada umumnya cenderung lebih baik daripada sianghari. Hal ini disebabkan karena pada siang hari terjadi lapisan ionosphere tambahan (lapisan D) yang terionisasi kurang sempurna sehingga menghambat pantulan gelombang radio kembali ke bumi.



Gambar 5

Kekuatan pemantulan oleh lapisan ionosphere cenderung tergantung kepada kesempurnaan ionisasi lapisan tersebut. Lapisan ionosphere yang ter-ion secara sempurna merupakan lapisan yang masif dan mempunyai daya pantul baik terhadap gelombang radio. Kondisi propagasi pada malam hari cenderung lebih baik daripada siang hari. Hal ini disebabkan karena pada siang hari terjadi lapisan D yang terionisasi kurang sempurna dan menyerap gelombang radio terutama pada band 160 dan 80 meter.

Fading yang kadang-kadang kita alami disebabkan karena kedaan ionisasi lapisan ionosphere yang tidak stabil.

Phenomena alam lainnya terjadi pada saat matahari terbit dan pada saat matahari terbenam dimana komunikasi jarak jauh pada low band menjadi sangat baik.

Para penggemar komunikasi jarak jauh, terutama pada low band sering menggunakan kesempatan ini untuk dapat berkomunikasi dengan rekan-rekan amatir ditempat yang jauh, fenomena alam semacam ini dapat dijelaskan sebagai berikut.

Pada waktu matahari mulai terbit, mulailah terjadi lapisan ionosphere tambahan dibawah lapisan ionosphere utama dan ujung dari lapisan ionosphere tambahan, yang biasa disebut grey area, mempunyai sifat dapat membiaskan pancaran gelombang radio sedemikian rupa sehingga mencapai lapisan ionosphere utama dengan sudut kecil sehingga pantulannya ke bumi lebih jauh. Suatu jarak tertentu yang biasanya dicapai dengan multiple hop pada saat tersebut bisa dicapai dengan single hop.

Sifat lain dari ionosphere ialah bahwa ionisasi yang terjadi tidak selalu dapat merata pada seluruh bidang ionosphere, kondisi semacam ini sering kali dialami oleh para penggemar komunikasi jarak jauh. Biasanya para penggemar komunikasi jarak jauh menggunakan antena pengarah dan untuk komunikasi dengan rekan misalnya dengan stasiun dari Jepang ia mengarahkan antenanya ke arah utara (*short path*), akan tetapi pada suatu saat tertentu antena harus diarahkan ke selatan (berbalik 180 derajat) untuk memperoleh signal yang lebih besar (*long path*). Hal ini disebabkan karena kondisi ionosphere di belahan bumi selatan lebih bagus daripada belahan bumi sebelah utara.

## **PENGARUH SUN SPOT TERHADAP PROPAGASI.**

Ionisasi yang terjadi pada lapisan ionosphere disebabkan oleh sinar matahari, ialah pelucutan elektron-elektron dari atom-atom gas pada lapisan ionosphere, sehingga terjadilah ion-ion (ion adalah atom yang kehilangan sebagian elektronnya sehingga bermuatan listrik). Terjadinya serta kondisi lapisan ionosphere tergantung pada aktivitas matahari.

Matahari adalah bola raksasa dari *plasma* (plasma adalah atom yang kehilangan seluruh elektronnya) dan disitu terjadi *reaksi nuklir fisi*.

Reaksi nuklir fisi adalah reaksi penggabungan inti-inti atom ringan dan dalam reaksi ini terjadilah pelepasan *tenaga ikat* (binding energy) dari inti-inti atom yang mengadakan reaksi. Tenaga ikat yang berupa sebagian massa inti atom itu berubah menjadi energi yang sebagian besar berujud pancaran thermis atau pancaran sinar panas.

Aktivitas reaksi inti tersebut tidak merata pada seluruh permukaan matahari, ada daerah-daerah tertentu di permukaan matahari dimana terjadi aktivitas yang sangat tinggi, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan daerah permukaan matahari yang lain. Apabila kita amati foto permukaan matahari, maka daerah yang aktivitasnya memuncak tersebut terlihat sebagai bintik hitam yang terkenal dengan nama bintik-bintik matahari atau *sun spot*.

Oleh karena matahari mengadakan rotasi (berputar pada porosnya) maka sun spot tersebut kelihatan bergerak dan akan tidak terlihat lagi setelah 28 hari. Banyaknya jumlah sun spot pada permukaan matahari menunjukkan derajat aktivitas dari matahari dan ini akan berpengaruh terhadap pembentukan ionosphere. Makin banyak sun spot yang terjadi, makin sempurna ionisasi lapisan ionosphere sehingga makin bagus ionosphere memantulkan gelombang radio dan dengan demikian kondisi propagasi gelombang radio menjadi makin baik.

Aktivitas matahari ini pada waktu tertentu naik dan pada waktu tertentu menurun, naik turunnya berlangsung secara teratur. Periodisasi naik dan turunnya aktivitas matahari berkisar antara 9 dan 13 tahun, atau rata-rata setiap 11 tahun.

Pada sekitar tahun 1989 sampai 1992 aktivitas matahari berada pada tingkat puncak, kemudian makin menurun dan akan menduduki puncaknya kembali 11 tahun kemudian. Tingkat aktivitas matahari ditandai dengan timbulnya banyak sun spot di permukaan matahari. Kondisi propagasi pada

posisi puncak aktivitas matahari ini sangat dinantikan oleh para amatir radio penggemar komunikasi jarak jauh.

Pembiasan ini terjadi karena gelombang elektromagnetik bergerak melewati medium dengan kerapatan yang berbeda dan mengakibatkan perubahan pada vector kecepatan gelombang dan dengan demikian arah gerakannya akan terbias. Pembiasan yang terjadi pada lapisan troposphere ini terjadi berulang-ulang.

Phenomena lain yang terjadi dengan gelombang radio terutama pada frekuensi antara 50-60 MHz (VHF) ialah *tropospheric scattering*. Dengan kemampuan troposphere mengadakan scattering pada gelombang radio, maka gelombang radio pada band 6 meter tersebut di atas, setelah masuk ke lapisan troposphere dapat bergerak mengikuti lengkungan lapisan troposphere dan tidak tembus ke angkasa luar.

Gerakannya mengikuti lapisan troposphere ini dapat mencapai jarak yang cukup jauh, ialah dapat mencapai jarak puluhan ribu kilometer. Pada suatu tempat yang sangat jauh tersebut, ia dapat dibiaskan kembali ke bumi dan dapat ditangkap oleh pesawat radio di tempat tersebut.

Kondisi troposphere yang memberikan kemungkinan untuk mengadakan komunikasi jarak jauh tersebut di atas tidak terjadi setiap saat. Berbeda halnya dengan kondisi propagasi ionospheric pada band HF, maka kapan terjadinya kondisi propagasi tropospheric yang baik seperti tersebut di atas belum cara peramalan yang seksama.

Kecuali propagasi tropospheric, komunikasi teresterial jarak jauh pada band VHF dapat pula dilakukan dengan bantuan benda-benda angkasa. Benda-benda angkasa seperti bulan dan batu meteor mempunyai kemampuan pula untuk memantulkan gelombang radio kembali ke bumi. Rekan-rekan amatir telah banyak mengadakan kegiatan eksperimen komunikasi jarak jauh dengan menggunakan pantulan bulan pada band VHF yang disebut *Earth Moon Earth* (E.M.E).

Rekan-rekan amatir radio dari beberapa negara biasanya membuka E.M.E. communication pada setiap DX-pedition.

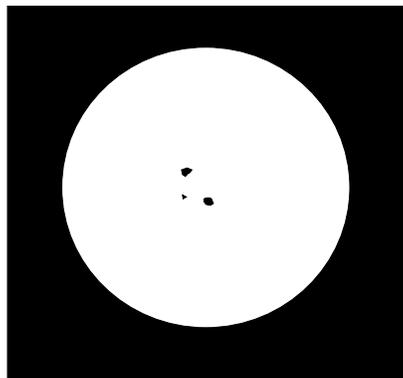


FOTO MATAHARI DENGAN SUN SPOT  
Gambar 5

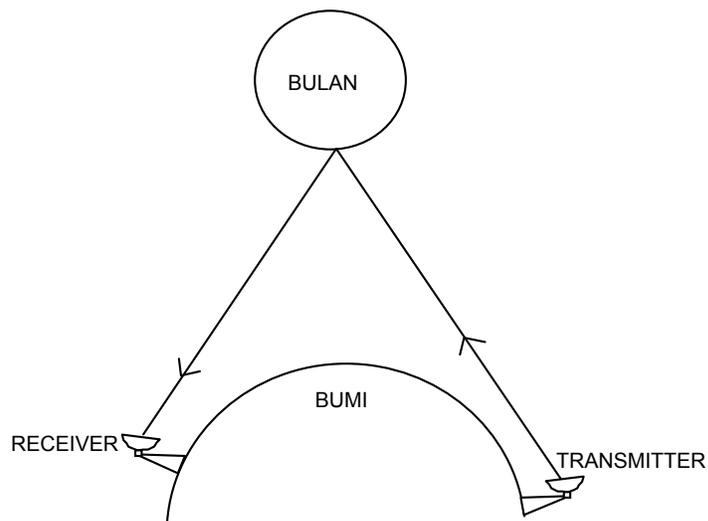
Jumlah sun spot yang terjadi pada suatu waktu tertentu diberikan ukuran dengan istilah *sun spot number*. Angka ini sangat berguna untuk peramalan kondisi propagasi pada suatu waktu tertentu. Pada saat ini telah tersedia suatu program komputer yang digunakan untuk meramalkan kondisi propagasi dan untuk mengadakan ramalan tersebut diperlukan masukan berupa sun spot number yang bisa didapatkan dari internet. Ramalan propagasi ini sangat berguna terutama bagi rekan-rekan amatir radio yang gemar mengikuti kontes-kontes radio internasional.

### **PROPAGASI TROPOSPHERIC.**

Berbeda dengan ionosphere yang merupakan andalan propagasi gelombang radio high frekuensi yang dipancarkan secara teresterial, maka berikut ini kita menengok sejenak ke lapisan lain yang juga menyelimuti bumi, ialah troposphere. Troposphere adalah suatu lapisan pada atmosphere bumi dengan ketinggian sekitar 10 kilometer, lapisan ini terdiri terutama atas gas oksigen, gas nitrogen uap air dan kristal es, ia mempunyai arti tersendiri pada propagasi dengan kemampuannya mengadakan pembiasan dan *scattering* (pembauran) gelombang elektromagnetik.

### **PANTULAN BENDA-BENDA ANGKASA.**

Kecuali bulan, batu-batu meteor dapat pula dimanfaatkan untuk membantu komunikasi jarak jauh pada band VHF.



EARTH MOON EARTH COMMUNICATION

Gambar 6

Kita tahu bahwa setiap periode waktu tertentu, bumi kita dalam peredarannya bergerak melewati daerah meteor. Ini ditandai dengan adanya hujan meteor, ialah suatu pesta kembang api di angkasa. Pada tahun 1999 untuk waktu beberapa hari, bumi melewati daerah meteor ini. Amatir radio banyak bereksperimen komunikasi pada band VHF dengan memanfaatkan kemampuan meteor memantulkan gelombang radio.

Jakarta Mei 1998.