

---

---

## BAB II

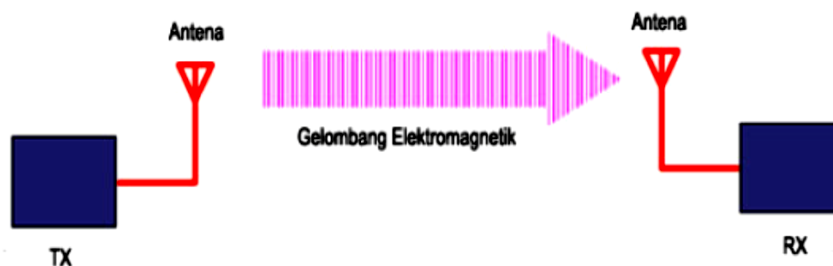
### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Antena

##### 2.1.1. Pengertian Antena

Masalah antena merupakan masalah yang sederhana, tetapi sebenarnya juga rumit dan banyak faktor yang menentukan keberhasilannya sebuah antena untuk pemakaian yang disesuaikan dengan keperluan yang ada. Menurut keterangan dari isi buku yang berjudul : *Amateurfunk-antennen* yang ditulis oleh Richard Auerbach terbitan dalam bahasa Jerman tahun 1979. Ia menerangkan bahwa antena merupakan satu ujung resonansi yang terbaik, sebab itu berkaitan dengan ukuran kondensatornya dan kumparan jauh lebih kecil dari panjang gelombang resonansi. Oleh karena itu, medan listrik dan magnetik tetap tinggal didalam rangkaian. Energi medan tersebut hanya berubah menjadi usaha listrik/sinyal dan panas (D. Yurry, 1993 : 5)

Antena dapat juga didefinisikan sebagai sebuah atau sekelompok konduktor yang digunakan untuk memancarkan atau meneruskan gelombang elektromagnetik menuju ruang bebas atau menangkap gelombang elektromagnetik dari ruang bebas. Energi listrik dari pemancar dikonversi menjadi gelombang elektromagnetik lalu oleh sebuah antena gelombang tersebut dipancarkan menuju udara bebas. Pada penerima akhir gelombang elektromagnetik dikonversi menjadi energi listrik dengan menggunakan antena.



**Gambar 2.1. Antena Sebagai Pengirim dan Penerima**

(Sumber : <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/35011>)



Panjang antena untuk radiasi efektif tergantung pada frekuensi sinyal yang dipancarkan. Antena pendek untuk frekuensi tinggi, dan antena panjang untuk frekuensi rendah.

### **2.1.2. Fungsi Antena**

Antena adalah salah satu perangkat yang mengubah sinyal-sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik dan memancarkannya ke udara bebas atau sebaliknya menangkap sinyal gelombang elektromagnetik dari udara bebas dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Berdasarkan definisi tersebut maka antenna memiliki 3 fungsi pokok, yaitu :

1. Antena berfungsi sebagai konverter. Dikatakan sebagai konverter karena antenna tersebut mengubah bentuk sinyal, yaitu dari sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik, atau sebaliknya.
2. Antena berfungsi sebagai radiator. Dikatakan sebagai radiator karena antenna tersebut meradiasikan (memancarkan) gelombang elektromagnetik ke udara bebas sekelilingnya. Jika sebaliknya (antenna menerima atau menangkap energi radiasi gelombang elektromagnetik dari udara bebas), maka fungsinya dikatakan re-radiator.
3. Antena berfungsi sebagai impedance matching (penyesuai impedansi). Dikatakan sebagai impedance matching karena antena tersebut akan selalu menyesuaikan impedansi sistem. Sistem yang dimaksud adalah saluran transmisi dan udara bebas. Pada saat antena tersebut bekerja atau beroperasi maka antena akan menyesuaikan impedansi karakteristik saluran dengan impedansi karakteristik udara.

Pada radar atau sistem komunikasi satelit, sering dijumpai sebuah antena yang melakukan kedua fungsi sekaligus yaitu sebagai pemancar yang mengubah sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik lalu memancarkannya ke ruangan bebas atau sebaliknya sebagai penerima yang menerima sinyal elektromagnetik (penerima energy elektromagnetik dari ruang bebas) dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Sifat antenna yang bisa sebagai pemancar dan penerima dikatakan



---

reciprocal. Namun, pada sebuah teleskop radio, antena hanya menjalankan fungsi penerima saja. (iklimah, 2013 : 7)

### **2.1.3. Jenis-jenis Antena**

Jenis – jenis atau macam – macam antena dapat dibagi kedalam 5 kategori, yaitu :

1. Berdasarkan Fungsi

Berdasarkan fungsinya antena dibedakan menjadi 2 antara lain adalah antena pemancar, antena penerima, dan antena pemancar sekaligus penerima. Di Indonesia antena pemancar banyak dimanfaatkan pada stasiun-stasiun radio dan televisi. Selanjutnya antena penerima, antena penerima ini biasanya digunakan pada alat-alat seperti radio, tv, dan alat komunikasi lainnya.

2. Berdasarkan gainnya

Berdasarkan besarnya gainnya antena dibedakan menjadi 2 macam antena yaitu VHF dan UHF. Kedua antena ini biasa digunakan pada TV. Pada umumnya besarnya daya pancar, akan memengaruhi besarnya sinyal penerimaan siaran televisi di suatu tempat tertentu pada jarak tertentu dari stasiun pemancar televisi. Semakin tinggi daya pancar semakin besar level kuat medan penerimaan siaran televisi. Untuk memperbesar daya pancar pada stasiun TV dan daya terima pada TV maka perlu digunakan antena.

Besarnya gain antena dipengaruhi oleh jumlah dan susunan antena serta frekuensi yang digunakan. Antena pemancar UHF tidak mungkin digunakan untuk pemancar TV VHF dan sebaliknya karena akan menimbulkan VSWR yang tinggi. Sedangkan antena penerima VHF dapat saja untuk menerima signal UHF dan sebaliknya, namun gain antenanya akan sangat mengecil dari yang seharusnya.

Kualitas hasil pancaran dari pemancar VHF dibandingkan dengan kualitas hasil pancaran dari pemancar UHF adalah sama asalkan keduanya memenuhi persyaratan dan spesifikasi yang telah ditentukan.



3. Berdasarkan polarisasinya

Antena dibedakan menjadi 2 yaitu antena dipole dan monopole. Antena dipole memiliki polarisasi linear vertikal, sedangkan antena monopole polarisasinya hanya pada satu arah. Antena dipole banyak dimanfaatkan untuk sistem komunikasi dengan wilayah cakupan yang luas.

4. *Antena Directional* dan *Antena Omnidirectional*

*Antena directional* adalah antena yang pola radiasi pancarannya terarah sehingga efektifitas pancaran radio hanya ke satu arah saja, sedangkan antena *omnidirectional* dapat memancarkan gelombang ke segala arah. Yang termasuk antena *directional* adalah antena model Yagi seperti kebanyakan yang dipakai sebagai antena penerima siaran TV. Contoh antena *omnidirectional* adalah antena model groundplane.

5. Berdasarkan bentuknya

Antena berdasarkan bentuknya antara lain: mikrostrip, parabola, vee, horn, helix, dan loop. Walaupun amat sering dijumpai teleskop radio yang menggunakan antena berbentuk parabola, ada beberapa jenis antena lainnya yang juga sering digunakan pada sebuah teleskop radio atau interferometer. Misalnya, Mauritius Radio Telescope (MRT) yang menggunakan 1084 buah antena berbentuk helix. Contoh lainnya adalah teleskop radio yang menggunakan antena berbentuk horn, yang digunakan oleh Arno Penzias dan Robert Woodrow Wilson ketika menemukan Cosmic Microwave Background (CMB). Antena parabola merupakan antena yang berbentuk parabola, pancaran sinyal akan dikonsentrasikan pada titik tengah antena. Antena parabola biasanya didesain untuk Frekuensi Ultra Tinggi (UHF), penerima siaran TV Satelit, dan transmisi gelombang mikro.

## **2.2. Antena Yagi**

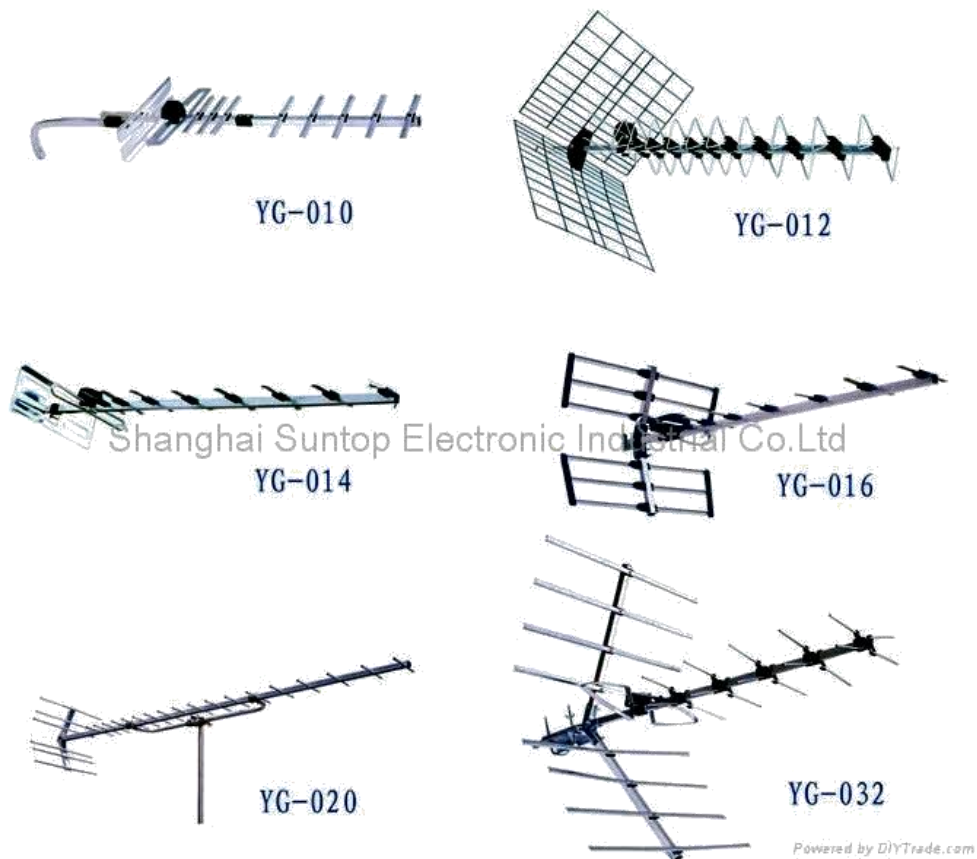
### **2.2.1. Pengertian Antena Yagi**

Sejak ditemukan oleh S. Uda dan Hidetsugu Yagi di Universitas Tohoku pada tahun 1926, antena Yagi yang lebih tepat disebut antena Yagi-Uda. Antena



ini banyak sekali digunakan pada komunikasi radio amatir, dan kemudian sebagai antena penerima televisi, karena kerjanya yang prima dan toleransinya terhadap variasi serta kesalahan konstruksi bila kinerja optimum bukan suatu tuntutan.

Antena Yagi Uda merupakan antena susun parasitik dari antena dipole. Antena ini umumnya terdiri dari sebuah reflektor, sebuah *driven element*, dan beberapa direktor. antena yagi mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya konstruksi sangat murah, mempunyai pengarahannya yang tinggi. Hal ini bermula pada berbagai bentuk elemen antena Yagi seperti yang dapat dilihat di pasaran.



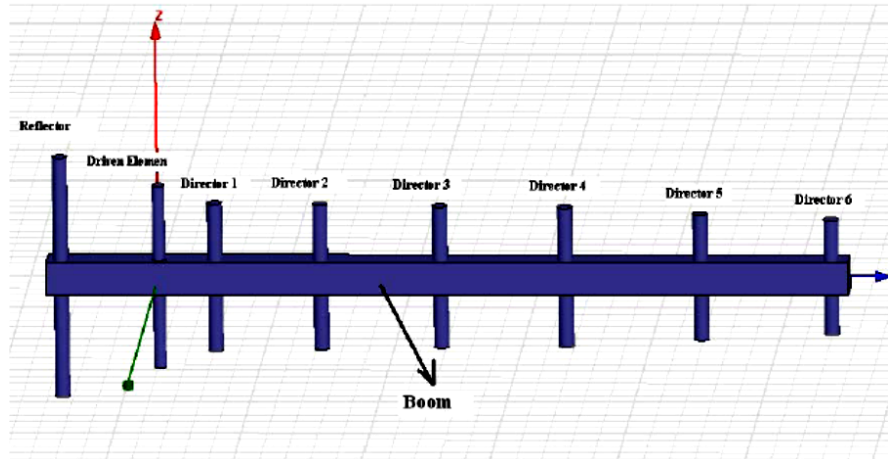
**Gambar 2.2. Model Antena Yagi**

(Sumber : Shanghai Suntop Electronic.industrial.co.Ltd)

Panjang elemen Yagi dipengaruhi oleh diameter elemen dan adanya sambungan-sambungan. Baik diameter elemen maupun banyaknya sambungan akan memberikan pengaruh terhadap kapasitansi antar elemen, seperti yang



diketahui bahwa dua logam yang terletak sejajar tersebut akan merupakan suatu kapasitor. Pada Gambar 2.3 memperlihatkan dimensi serta konstruksi dari antena yagi.



**Gambar 2.3. Dimensi dan Konstruksi Antena Yagi Uda**

(Sumber : <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/35327>)

Antena ini bersifat direksional, yaitu menambah gain hanya pada salah satu arahnya. Sisi antena yang berada di belakang reflektor memiliki gain yang lebih kecil daripada di depan direktor. (purba ornal, 2013 : 12)

Antena Yagi yang termasuk dalam jenis antena-antena kanal gelombang berjalan, dalam bentuk bakunya terdiri dari sejumlah antena kawat dipole yang diletakkan sejajar dalam suatu bidang. Satu diantaranya merupakan dipole aktif, sedangkan yang lainnya adalah pasif. Satu dari dipole pasif ini berada dibelakang dipole aktif dan berfungsi sebagai pemantul, dipole pasif lainnya terletak di depan dipole aktif sebagai pengarah. Dalam konfigurasi ini arah depan merupakan arah pancaran antena. Diketahui dari teori – teori dipole gandeng bahwa dipole pasif akan berfungsi sebagai pemantul bila tahanan reaktifnya adalah induktif. Karena itu panjang pemantul lebih besar dari setengah panjang gelombang.

Dipole pasif akan berlaku sebagai pengarah kalau tahananannya kapasitif, karena itu panjangnya kurang dari setengah panjang gelombang. Biasanya satu dipole cukup sebagai pemantul karena pemantul tambahan tidak banyak pengaruhnya terhadap pola pancaran antena. Sebaliknya karena arah pancar antena sesuai dengan kedudukan pengarah, eksitasi intensif secara seri yang



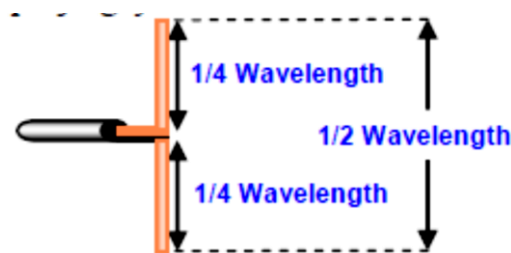
membentuk kanal gelombang berjalan ditunjang oleh jumlah pengarah, sehingga jumlah pengarahnya antara 2 hingga 12 merupakan hal yang umum.

### 2.2.2. Konstruksi Antena Yagi

Antena yagi tersusun atas 3 elemen yang merupakan bagian-bagian penting dari antena yagi tersebut. Namun tidak hanya 3 elemen penting yang menyusun antena yagi akan tetapi terdapat elemen pembantu pada antena yagi. Bagian-bagian tersebut adalah sebagai berikut :

#### 1. Driven

*Driver* merupakan bagian paling penting dari sebuah antena yagi karena elemen inilah yang akan membangkitkan gelombang elektromagnetik menjadi sebuah sinyal yang akan di pancarkan. *Driven Element* adalah suatu elemen yang menyediakan daya dari pemancar, biasanya melalui saluran transmisi. Untuk menjadikan sebuah driver yang menghantarkan radiasi dengan baik, biasanya menggunakan antena dipole sebagai bentuk drivernya. Antena dipole adalah antena berbentuk linear pendek, yang bila sedang memancarkan dapat mempunyai arus yang sama diseluruh panjangnya. (Tito Towono, 2008 :2)



**Gambar 2.4. Antena Dipole**

(Sumber : tito@fti.uii.ac.id)

Dalam pembuatan driver antena yagi, antena dipole yang biasa digunakan adalah antena dipole setengah-gelombang, dimana panjang total minimalnya pada frekuensi pembawa adalah  $\frac{1}{2} \lambda$ , penerapannya antena ini bertujuan karena antena dipole  $\frac{1}{2} \lambda$  memiliki resistansi radiasi yang rendah, namun dengan tingkat reaktansi yang tinggi, sehingga antena ini efisien digunakan pada antena yang



memiliki panjang gelombang yang cukup lebar. ini terlihat pada pola pancaran antenna *dipole*  $\frac{1}{2} \lambda$ .

Rumus untuk menghitung total panjang *Driven Element* Yagi ditunjukkan pada Persamaan sebagai berikut :

$$L = 0.5 \times K \times \lambda \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

L : Panjang *Driven Element*

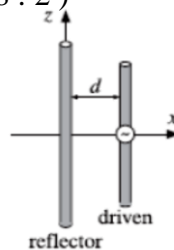
K : *Velocity Factor* ( pada logam 0.95 )

$\lambda$  : Panjang gelombang (m)

## 2. Reflektor

Sesuai dengan namanya *reflector*, elemen ini merupakan elemen pemantul. Elemen reflektor ditempatkan di belakang driven dan dibuat lebih panjang dari pada panjang driven atau *dipole*. panjang biasanya adalah  $0,55 \lambda$  (panjang gelombang).

Tujuan utama dari penempatan reflektor di belakang adalah untuk membatasi radiasi agar tidak melebar kebelakang namun kekuatan pancarannya akan diperkuat ke arah sebaliknya. Reflektor juga bersifat menjadikan antenna lebih induktif. (Tito Towono, 2008 : 2 )



**Gambar 2.5. Susunan Driven dan reflektor (satuan ukur cm)**

(Sumber : tito@fti.uui.ac.id)

Untuk penentuan ukuran dari sebuah reflektor ditentukan dengan :

$$l_{ref} = l_{dipole} + 7\% l_{dipole} \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana :

$l_{ref}$  = panjang reflektor (cm, m)



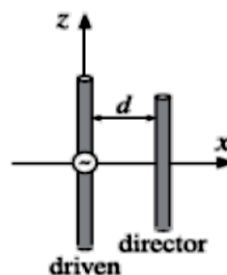


$l_{dipole}$  = panjang elemen driver (cm, m)

pemasangan reflektor hanya digunakan satu saja, karena penambahan reflektor yang kedua atau ketiga praktis tidak akan menambah apapun pada keterarahan struktur. Sedangkan penempatan elemen reflektor yaitu dibelakang elemen driver (*dipole*) dengan jarak optimum yaitu  $0,15 - 0,2 \lambda$ .

### 3. Director

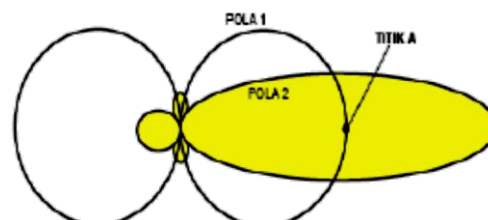
*Direktor* adalah bagian pengarah antenna, ukurannya sedikit lebih pendek daripada driven. Penambahan batang *director* akan menambah gain antenna, namun akan membuat pola pengarah antenna menjadi lebih sempit. Semakin banyak jumlah director, maka semakin sempit arahnya. Elemen ini juga kadang sering disebut dengan elemen *parasitic*.



**Gambar 2.6. Penempatan elemen director**

(Sumber : : tito@fti.uui.ac.id)

Pada gambar 2.7. terlihat pola 1 merupakan pola radiasi yang dihasilkan oleh antenna dipole, dengan penambahan reflektor dan direktor pola radiasi antenna akan diubah dan diperkecil menjadi satu arah namun dengan daya pancar yang lebih jauh seperti yang terlihat pada pola 2. (Tito Towono , 2008 : 3)



**Gambar 2.7. Pola radiasi antenna yang diarahkan**

(Sumber : tito@fti.uui.ac.id)



Penambahan satu atau lebih direktor merupakan metode yang paling efektif dalam mendapatkan penguatan yang lebih besar, semakin banyak jumlah elemen direktori maka akan didapat penguatan yang lebih besar juga.

Seperti halnya reflektor, elemen direktor juga memiliki pengaturan dalam penentuan ukuran dan jarak, baik itu jarak dengan driver ataupun jarak antara direktor satu dengan direktori lainnya. Karena ukuran dalam penentuan ini akan mempengaruhi kinerja kemampuan antenna yagi. (Tito Towono, 2008 : 4)

Dalam hal penentuan ukuran, direktor dibuat dengan ukuran harus lebih kecil daripada ukuran antenna dipole atau driven, penentuan ukuran dapat dibuat menggunakan rumus :

$$l_{director} = l_{dipole} - 5\% l_{dipole} \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana :

$l_{directory}$  = panjang direktor

$l_{dipole}$  = panjang elemen driver

Pengarah atau direktori yang terdekat pada antenna dipole adalah pengarah yang paling berpengaruh terhadap penguatan, dan pengaruh yang paling jauh memiliki pengaruh yang kecil dalam beberapa teori terdapat sebuah persamaan yang mengemukakan tentang jarak antara direktori, persamaan tersebut yaitu:

$$d = \frac{36,6}{f} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

$d$  = jarak antara direktori ( m )

$f$  = frekuensi kerja (MHz)

#### 4. Boom

Boom *Boom* adalah bagian ditempatkannya driven, reflektor, dan direktor. Boom berbentuk sebatang logam atau kayu yang panjangnya sepanjang antenna itu.



### 2.2.3. Pola Radiasi

Pola radiasi antenna atau pola antenna didefinisikan sebagai fungsi matematik atau representasi grafik dari sifat radiasi antenna sebagai fungsi dari koordinat. Di sebagian besar kasus, pola radiasi ditentukan di luasan wilayah dan direpresentasikan sebagai fungsi dari koordinat directional. Pola radiasi antenna menjelaskan bagaimana antenna meradiasikan energi ke ruang bebas atau bagaimana antenna menerima energy (Jhon dan Ronald J, 2002 : 27).

pola radiasi jenis ini dimiliki oleh antenna praktis dari jenis antenna terarah seperti antenna deret contohnya antenna yagi. Pola radiasi directional adalah pola radiasi terarah, dimana pola ini menggambarkan pancaran energi radiasi yang mengarah ke satu jurusan/arah, dalam hal ini ke bagian depan antenna.

Antenna-antenna jenis ini memancarkan energi radiasi yang tidak rata, sehingga rapat daya radiasi yang dihasilkan juga tidak rata. Persamaannya ditulis dalam bentuk persamaan tidak konstan yaitu berupa persamaan sinusoidal fungsi cosinus pangkat n tidak terbatas (Niko Siagian , 2012 : 4)

$$W = W_{max} \cos^n \theta \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

W : rapat daya radiasi (bervariasi sesuai  $\theta$ )

$W_{max}$  : rapat daya radiasi maksimum( pada  $\theta = 0^\circ$ )

$\theta$  : sudut pengarahan (horizontal)

n : 1, 2, 3, ... , dst

### 2.2.4. Intensitas Radiasi dan Impedansi Antena

Intensitas radiasi adalah daya yang diradiasikan pada suatu arah per unitsudut dan mempunyai satuan watt per steradian. Impedansi antenna didefinisikan sebagai perbandingan antara medan elektrik terhadap medan magnetik pada suatu titik. Besarnya intensitas radiasi akan sebanding dengan daya radiasi per sudut ruang (solid angle) antenna. Intensitas radiasi ditulis dengan



simbol  $U$  dan mempunyai satuan dasar watt/ $S_r$  ( $S_r$  = steradian), persamaannya ditulis ((Jhon dan Ronald J, 2002 : 40).

$$U = k \frac{P_{rad}}{\Omega} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

$U$  : intensitas radiasi (watt/ $S_r$ )

$P_{rad}$  : daya radiasi (watt)

$\Omega$  : sudut ruang antena ( $S_r$ )

$k$  : konstanta antena

sedangkan untuk persamaan intensitas pola directional (antena yagi) adalah :

$$U = U_{max} \cos^n \theta \dots\dots\dots (2.7)$$

Untuk mencari  $U_{max}$  pada persamaan 2.7 bisa menggunakan persamaan :

$$P_{rad} = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi/2} U_{max} \cos^n \theta \sin \theta d\theta d\theta \dots (2.8)$$

Dari persamaan 2.8 maka diperoleh rumus  $U_{max}$ , yaitu :

$$U_{max} = \frac{(n+1)P_{rad}}{2\pi} \dots\dots\dots (2.9)$$

### 2.2.5. Directivitas Antena

*Directivity* dari sebuah antena atau deretan antena diukur pada kemampuan yang dimiliki antena untuk memusatkan energi dalam satu atau lebih ke arah khusus. Antena dapat juga ditentukan pengarahannya tergantung dari pola radiasinya. Kekuatan pengarahannya (*directivity*) merupakan faktor penentu besaran penguatan (*gain*) dari sebuah antena (Constantine A Balanis, 1997 : 67).

Kekuatan pengarahannya antena didefinisikan sebagai perbandingan intensitas radiasi antena (praktis) terhadap intensitas radiasi antena isotropis (referensi).

Persamaan umum ditulis :

$$D = \frac{U}{U_o} \dots\dots\dots (2.10)$$



Dimana :

$D$  : kekuatan pengarahannya (tanpa satuan)

$U$  : intensitas radiasi antena praktis (watt/ $S_r$ )

$U_o$  : intensitas radiasi antena isotropis (watt/ $S_r$ )

Kekuatan pengarahannya dapat juga ditulis dalam satuan dB, dengan persamaan :

$$D_{(dB)} = 10 \log D_{(tanpa\ satuan)} \dots\dots\dots (2.11)$$

Kekuatan pengarahannya antena akan mempunyai nilai-nilai/persamaan-persamaan sesuai dengan jenis antena, dimana persamaannya ditulis berdasarkan bentuk pola radiasi. Untuk antena directional (antena yagi) mempunyai kekuatan pengarahannya yang tidak konstan ini disebabkan intensitas radiasi yang tidak rata. ditulis dengan persamaan (Constantine A Balanis, 1997 : 69).

$$D = \frac{P_{rad\ eff}}{P_{rad}} \dots\dots\dots (2.12)$$

$$P_{rad\ eff} = 4\pi U \dots\dots\dots (2.13)$$

Antena dengan pola radiasi directional mempunyai persamaan intensitas radiasi  $U = U_{max} \cos^n \theta$  maka persamaan kekuatan pengarahannya dapat ditulis :

$$\begin{aligned} D &= \frac{4\pi U_{max} \cos^n \theta}{P_{rad}} \\ &= \frac{P_{rad\ eff\ max}}{P_{rad}} \cos^n \theta \\ D &= D_{max} \cos^n \theta \dots\dots\dots (2.14) \end{aligned}$$

Dimana :

$$D_{max} = \frac{4\pi U_{max}}{P_{rad}} \dots\dots\dots (2.15)$$



### 2.2.6. Gain Antena

*Gain* (*directive gain*) adalah karakter antena yang terkait dengan kemampuan antena mengarahkan radiasi sinyalnya, atau penerimaan sinyal dari arah tertentu. *Gain* bukanlah kuantitas yang dapat diukur dalam satuan fisis pada umumnya seperti watt, ohm, atau lainnya, melainkan suatu bentuk perbandingan. Oleh karena itu, satuan yang digunakan untuk *gain* adalah desibel. *Gain* dari sebuah antena adalah kualitas nyata yang besarnya lebih kecil dari pada penguatan antena tersebut yang dapat dinyatakan pada persamaan (Niko siagian : 2, 2012).

$$\text{Gain} = G = k \cdot D \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana :

$k$  = efisiensi antena,  $0 \leq k \leq 1$

*Gain* atau penguatan dari sebuah antena yagi diperoleh dari memaksimalkan faktor-faktor penting elemen-elemen parasitik antena yagi. Dalam meningkatkan *gain* antena yagi mengubah pengaturan driver tidak akan memberikan efek yang banyak dalam penguatannya, cara yang paling efektif adalah dengan melakukan pengaturan yang tepat pada besarnya ukuran serta jarak dalam penempatan elemen tersebut (Constantine A Balanis, 1997 : 75).

$$G_{\text{max}} = 10 \log G_{\text{max}} \dots\dots\dots (2.17)$$

Umumnya *gain* antena yagi akan menurun secara nyata apabila panjang reflektor lebih kecil ataupun sebaliknya panjang direktori lebih besar daripada panjang ukuran *dipole*.

### 2.2.7. Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnet adalah gelombang yang mempunyai sifat listrik dan sifat magnet secara bersamaan. Gelombang radio merupakan bagian dari gelombang elektromagnetik pada spektrum frekuensi radio Gelombang



dikarakteristikan oleh panjang gelombang dan frekuensi. Panjang gelombang ( $\lambda$ ) memiliki hubungan dengan frekuensi ( $f$ ) dan kecepatan ( $v$ ) yang ditunjukkan pada Persamaan (Niko Siagian, 2012 :10)

$$\lambda = \frac{c}{f} \dots\dots\dots (2.15)$$

Panjang fisik antena ( $L$ ) adalah fungsi panjang gelombang ( $\lambda$ ) yang tergantung pada frekuensi. Panjang antena dalam meter dihitung dengan Persamaan :

$$L = \frac{\lambda}{2} \dots\dots\dots (2.16)$$

Kecepatan ( $v$ ) bergantung pada medium. Ketika medium rambat adalah hampa udara (*free space*), maka :

$$v = c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \dots\dots\dots (2.17)$$

(Niko Siagian, 2012 :10)

### 2.3. Perambatan Line Of Sight (LOS)

Salah satu mekanisme perambatan gelombang radio adalah LOS, yang merupakan lintasan gelombang radio yang mengikuti garis pandang. Transmisi ini terjadi jika antena pemancar dan penerima dapat “saling melihat” yaitu jika di antara keduanya dapat ditarik garis lurus tanpa hambatan apa pun. Perhatikan gambar 2.11 Lintasan LOS merupakan lintasan yang menghasilkan daya yang tertinggi diantara mekanisme-mekanisme yang lain (Indah Susilawati, 2009 : 15)

Dengan kata lain, lintasan LOS menawarkan rugi-rugi lintasan (pathloss) yang terendah. Di atas permukaan bumi, transmisi ini dibatasi jaraknya oleh lengkungan bumi. Perhatikan gambar 2.12 Rugi-rugi lintasan yang menyatakan penyusutan sinyal sebagai besaran positif dalam desibel (dB), didefinisikan sebagai perbedaan antara daya yang ditransmisikan (oleh pemancar) dengan daya yang diterima (oleh penerima). Dengan memperhitungkan perolehan antena pemancar dan penerima, maka rugi-rugi lintasan dapat ditentukan sebagai :



$$\begin{aligned}
 PL(dB) &= 10 \log \frac{P_t}{P_r} \\
 &= -10 \log \left[ \frac{G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} \right] \dots\dots\dots (2.18)
 \end{aligned}$$

dengan

PL : rugi-rugi lintasan (dalam dB)

P<sub>t</sub>: daya yang ditransmisikan (dalam watt)

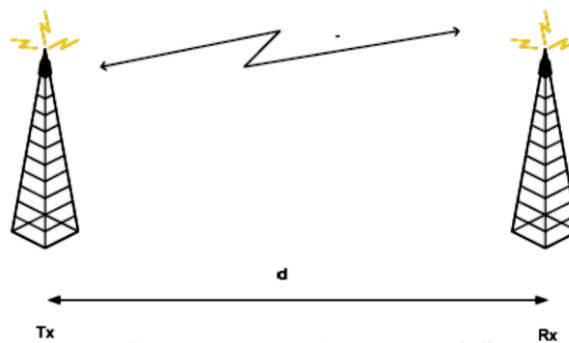
P<sub>r</sub>: daya yang diterima (dalam watt)

G<sub>t</sub>: perolehan antenna pemancar

G<sub>r</sub>: perolehan antenna penerima

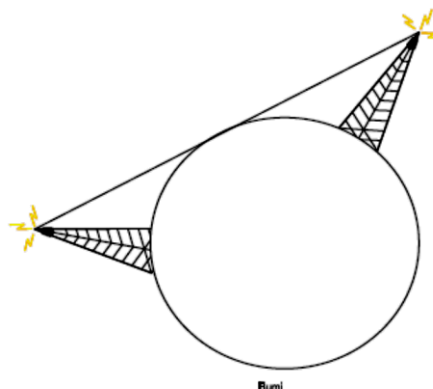
λ: panjang gelombang radio (dalam meter)

d : jarak antara antenna pemancar dan antenna penerima



**Gambar 2.8. Lintasan LOS**

(Sumber : <https://meandmyheart.files.wordpress.com/2009/09/kuliah-9-komunikasi-radio.pdf> )



**Gambar 2.9. Lintasan LOS dibatasi Lengkungan Bumi**

(Sumber : <https://meandmyheart.files.wordpress.com/2009/09/kuliah-9-komunikasi-radio.pdf> )





Lintasan LOS merupakan lintasan yang dapat diandalkan karena rugi-rugi lintasan yang rendah. Jika antara pemancar dan penerima tersedia lintasan semacam ini, maka dapat diharapkan dengan pasti tentang kualitas penerimaan sinyal. Hal inilah yang dimanfaatkan dalam komunikasi gelombang mikro, dimana masing-masing antena pemancar dan penerima menggunakan antena parabola dengan perarahan yang tinggi. Yang perlu diperhatikan dalam pemanfaatan lintasan LOS dalam hal ini adalah kenyataan bahwa kedua antena harus benar-benar dapat “saling pandang”. Jika kondisi ini tidak terpenuhi maka akan membuat kegagalan dalam komunikasi, terutama jika lebar-berkas (*beamwidth*) antena cukup kecil. Lintasan LOS sangat berperan dalam komunikasi radio yang lain, misalnya komunikasi seluler (Indah Susilawati, 2009 : 15)

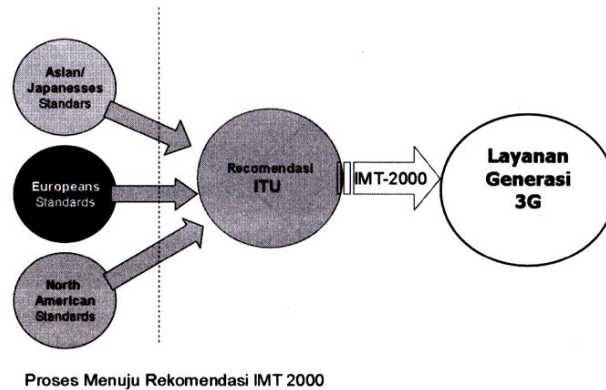
#### **2.4. *Thrid Generation Technology (3G)***

##### **2.4.1. Perkembangan standar Generasi Ketiga 3G**

Di jepang, awal tahun 1997-1998 telah melakukan percobaan layanan 3G dengan system W-CDMA. Sedangkan di eropa, lembaga standarisasi ETSI (*Europen Telecommunication Strandard Institute*) mengumumkan bahwa mereka memilih GSM sebagai standar jaringan inti dan W-CDMA menjadi teknologi yang utama generasi ketiga 3G UMTS (*Universal Mobile Telecommunication system*) yang akan diperkenalkan melalui persatuan negara-negara erop.

Di amerika serikat konsorsium UWC (*Universal Wireless Communication Consortium*) juga telah bekerja dengan evolusi dari teknologi D-AMPS IS-136 untuk mendapatkan kemampuan yang diperlukan. Standarisasi *north american* dikerjakan oleh TIA (*Telecommunication Industry Assosiation*).

Arti atau pengertian 3G pada koneksi ponsel, *smartphone* dan perangkat telekomunikasi secara bahasa memiliki pemahaman berupa teknologi generasi ketiga atau *third generation technology*. 3G sendiri merupakan salah satu standar yang sekarang telah menjadi ketetapan badan persatuan telekomunikasi internasional (International Telecommunication Union/ITU) sebagai standar konektifitas untuk digunakan pada perangkat jaringan ponsel secara global hampir semua negara maju dan berkembang (Nurain Silalahi, 2002 : 80)

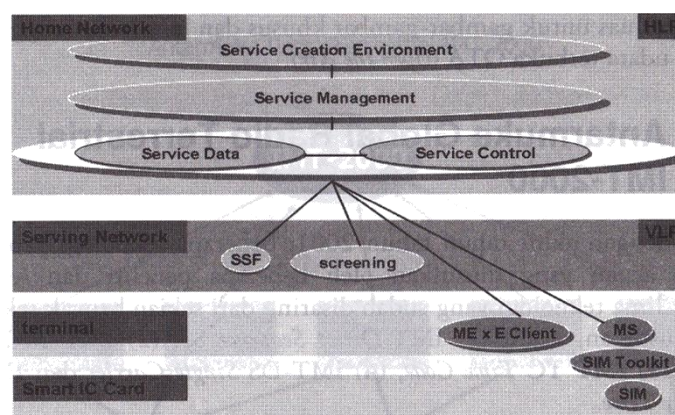


**Gambar 2.10. Proses Menuju Rekomendasi IMT-2000**

(Sumber : layanan informasi dan telekomunikasi mobil nirkabel, 2002:82)

#### 2.4.2. Arsitektur Layanan Generasi 3G

Layanan baru generasi ketiga 3G akan berkembang menurut arsitektur layanan pada gambar berikut ini. Dijaringan pangkalan (*home*)-nya data tetap pelanggannya ada di basis data HLR. Dijaringan platform layanan ini juga berada SCE (*service creation environment*) sebagai pencipta layanan baru atau *new service generator*. Layanan yang sudah diluncurkan selanjutnya dikelola oleh SMP (*service management platform*) yang disimpan dalam data layanan (*service data*) dan kendali layanan (Nurain Silalahi, 2002 :56).



**Gambar 2.11. Arsitektur Layanan Baru 3G**

(Sumber : layanan informasi dan telekomunikasi mobil nirkabel, 2002:57)



### 2.4.3. Macam-macam Teknologi 3G

#### 1. W-CDMA (*Wideband - Coded Division Multiple Access*) atau UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*)

Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) merupakan salah satu sistem generasi ketiga yang dikembangkan di Eropa dan mulai dipernalkan tahun 2004. Standarisasi dari UMTS ini dilakukan oleh *European Telecommunication Standard Institution (ETSI)*, selain itu *International Telecommunications Union Telecommunication Standardisation Sector (ITU-T)* mengerjakan sistem yang sama dinamakan *International Mobile Telecommunication System 2000 (IMT 2000)*.

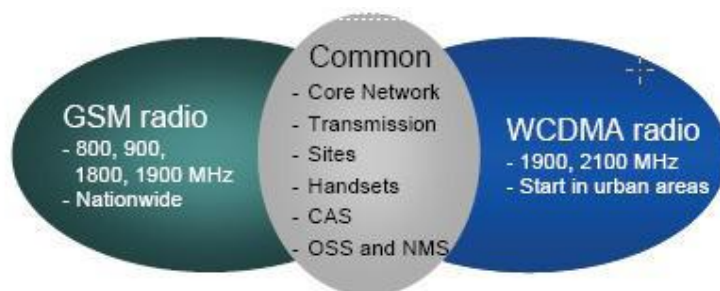
Kedua badan standarisasi ini dapat melakukan kerjasama sehingga terbentuk satu sistem untuk masa yang akan datang. UMTS dirancang sehingga dapat menyediakan bandwidth sebesar 2 Mb/s. Layanan UMTS dapat melayani area yang seluas mungkin. Jika tidak ada cell UMTS pada suatu daerah dapat di route-kan melalui satelit. UMTS dapat digunakan oleh perkantoran, rumah dan kendaraan. Frekuensi radio yang dialokasikan untuk UMTS adalah 1885-2025 MHz dan 2110-2200 MHz. Pita tersebut akan digunakan oleh cell yang kecil (pico cell) sehingga dapat memberikan kapasitas yang besar pada UMTS.

Research and Technology Development in Advanced Communications Technologies in Europe (RACE) telah mengembangkan dua jenis multiple akses yakni Code Division Multiple Access (CDMA) dan Time Division Multiple Access (TDMA) dari keduanya ini belum diputuskan yang akan digunakan. Sedangkan jaringan UMTS di Indonesia mulai di implementasikan oleh operator Telkomsel, Excelcom (XL3G) dan Indosat pada jaringan GSM, setelah mendapat lisensi dari pemerintah dalam penggunaan frekuensi (menggunakan frekuensi 1900 MHz berdasarkan aturan yang baru, sehingga operator yang beroperasi (CDMA - Telkom Flexi dan Indosat Starone) pada frekuensi itu harus pindah ke frekuensi 800 MHz secara bertahap). Frekuensi UMTS berbagai Negara dan kawasan (Anjar Syafari, 2003:10).

- Asia dan Eropa (umumnya) pada frekuensi 2100 MHz (downlink) dan 1900 MHz (uplink)



- Amerika Serikat (oleh operator AT&T Mobility) pada frekuensi 1900 MHz / 850 MHz.
- Amerika pada frekuensi 2100 MHz (downlink) / 1700 MHz (uplink) .
- Eropa pada frekuensi 900 MHz.
- Australia dan Jepang pada frekuensi 800 MHz.



**Gambar 2.12. Perbedaan Frekuensi & layanan GSM & WCDMA**

(Sumber : <https://id.scribd.com/doc/187147370/anjars-teknologi-3g>)

## 2. CDMA2000-1X EV/DV (*Evolution/Data/Voice*) dan CDMA2000-1X EV-DO (*Data Only*)/ (*Data Optimized*) atau IS-856.

Merupakan teknologi yang didukung oleh komunitas CDMA Amerika Utara dipimpin oleh *CDMA Development Group* (CDG). CDMA2000-1X EV (*Evolution*) dan CDMA2000-1X EV-DO ini merupakan pengembangan dari teknologi CDMA2000 1x Release 0/RTT atau CDMA2000 (2.5G). Pada awalnya CDMA2000 1xEV-DO (Rev. 0) hanya bisa mengirim data sampai 2,4 Mbps, tetapi kemudian berkembang sehingga CDMA2000 1xEV-DO (data only) yang dibagi menjadi 3 berdasarkan kecepatan tranfer datanya, yaitu :

- CDMA2000 1xEV-DO Revisi A (T-1 speeds) bisa mengirimkan data sampai 2,45 Mbps sampai 3.1 Mbps dan mendukung aplikasi seperti konferensi video.
- CDMA2000 1xEV-DO Revisi B ini mampu melakukan transmisi data maksimal sampai 73,5 Mbps. Varian lainnya adalah CDMA2000 1xEV-DV yang mengintegrasikan layanan suara dan layanan multimedia data paket berkecepatan tinggi secara simultan pada kecepatan sampai 3,09 Mbps



namun keduanya umumnya hanya mempunyai kecepatan transfer pada 300 Kbps.

- CDMA2000 1xEV-DO Revisi C dikenal dengan nama UMB (*Ultra Mobile Broadband*) dapat mendukung kecepatan data hingga 280 Mbps pada kondisi puncak (275 Mbps downstream dan 75 Mbps upstream) sehingga dapat dikategorikan kedalam 4G (Fourth-Generation), dapat melayani layanan Ipbased Voice (VOIP), multimedia, broadband, Teknologi informasi, entertainment dan jasa elektronik komersial juga mendukung penuh jaringan jasa wireless pada lingkungan mobile sehingga tidak beda dengan jaringan Wi-Fi, WiMAX, UWB, dll.

### **3. TD-CDMA (*Time Division Code Division Multiple Access*) atau UMTS-TDD (*Universal Mobile Telecommunication System - Time Division Duplexing*)**

Merupakan jaringan data mobile standar teknologi 3G yang dibangun pada jaringan selular telepon mobile standar UMTS/WCDMA dimana keduanya baik UMTS/WCDMA maupun TD-CDMA/UMTS-TDD tidak saling mendukung dikarenakan perbedaan cara kerja, desain, teknologi dan frekuensi yang dipakai. Di Eropa frekuensi yang dipakai UMTS-TDD ada pada 2010-2020MHz yang dapat mentransfer data pada kecepatan 16 Mbps (pada saat kecepatan maksimum baik Downlink maupun Uplink) (Anjar Syafari, 2003:11).

### **4. HSPA (*High-Speed Packet Access*)**

HSPA merupakan teknologi dari penyatuan dari protocol teknologi mobile sebelumnya, sehingga memperluas dan menambah kemampuan (terutama dari sisi kecepatan transfer data) dari protokol UMTS yang telah ada sebelumnya. Karena adanya perbedaan kemampuan (downlink dan uplink) tersebut HSPA di bagi menjadi 2 standar, yaitu :

- **HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*)**

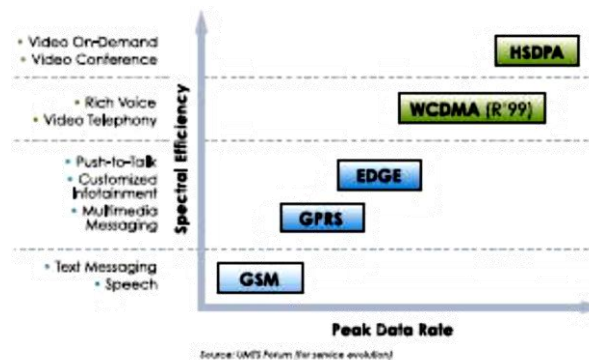
Merupakan standar HSPA dengan kemampuan dari sisi kecepatan transfer downlinknya (dari jaringan ke handset), dimana HSDPA dapat mencapai



kecepatan downlink 7.2 Mbps dan secara teori dapat ditingkatkan sampai kecepatan 14.4 Mbps dengan maksimum uplink 384 kbps. HSDPA selain dapat digunakan oleh handphone tetapi dapat pula digunakan oleh Notebook untuk mengakses data dengan kecepatan tinggi (Anjar Syafari, 2003:13).

- **HSUPA (*High Speed Uplink Packet Access*)**

Merupakan standar HSPA dengan kemampuan dari sisi kecepatan transfer uplinknya (dari handset ke jaringan), dimana HSUPA dapat mencapai kecepatan uplink secara teori sampai kecepatan 5.76 Mbps, tetapi HSUPA ini tidak implementasikan (dikomersialkan) dan handsetnya tidak dibuat.



**Gambar 2.13. Perbedaan Kecepatan antar Teknologi**

(Sumber : <https://id.scribd.com/doc/187147370/anjars-teknologi-3g>)

**5. HSPA+ (*HSPA Evolution*)**

Merupakan teknologi pengembangan dari HSPA terutama pada kecepatan transfer data yang dapat mencapai kecepatan 42 Mbit/s pada downlink dan 11 Mbit/s pada uplink.

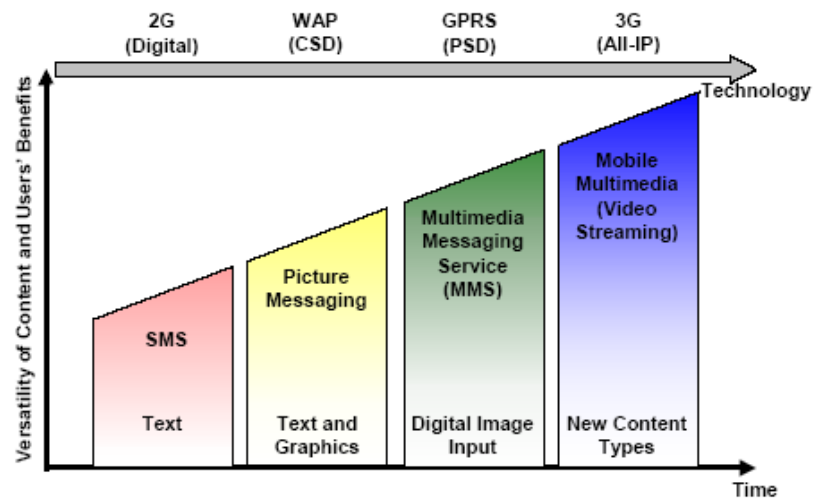
**6. FOMA (*Freedom of Mobile Multimedia Access*) di Jepang.**

FOMA merupakan jaringan 3G pertama di dunia yang mengimplementasikan WCDMA, diluncurkan pada tahun 2001. FOMA merupakan penamaan layanan 3G oleh operator NTT DoCoMo. (Anjar Syafari, 2003:15).



### 7. HSOPA (*High Speed OFDM Packet Access*)

Merupakan teknologi pengembangan dari UMTS terutama pada teknologi antenna yang menggunakan *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) dan *multiple-input multiple-output* (MIMO). HSOPA dikenal juga sebagai *Super 3G* dapat mentransfer data sampai kecepatan 100 Mbit/s untuk downlink dan 50 Mbit/s untuk uplink. (Anjar Syafari, 2003:16).



**Gambar 2.14. Peningkatan Kemampuan Generasi 2G ke 3G**

(Sumber : <https://id.scribd.com/doc/187147370/anjars-teknologi-3g>)