

## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian Bilqisthi Mulyadi, A Ali Muayyadi, Yuyu Wahyu pada tahun 2017 yang berjudul “ *Perancangan Dan Realisasi Penguat Daya Pada Frekuensi S-Band Untuk Radar Pengawas Pantai*” meneliti tentang perancangan sebuah *High Power Amplifier* dengan menggunakan frekuensi *S-BAND* yang beroperasi pada 2,8 – 3 GHz. Pada penelitian ini menunjukkan hasil pengukuran *gain* pada frekuensi 2,9 GHz. *Gain* tertinggi memang terdapat jika diberi *level input* -80 dBm, tetapi jika dilihat melalui *spektrum analyzer*, nilai nya masih terlalu mirip dengan *noise*. Dikarenakan *driver* HPA hanya akan bisa menggerakkan atau mengaktifkan RF HPA dengan masukan atau input maksimal (*level daya output*) -5 dBm, maka *level input* yang dipakai yaitu -34 dBm, dengan nilai *level output* -4,3 dBm, dengan nilai penguatan 29,7 dB.

Pada pengukuran di atas, dapat disimpulkan bahwa semakin besar input yang diberikan, maka semakin kecil pula *gain* nya. Penguat daya pada frekuensi 2,9 GHz hanya bisa mendapatkan *VSWR input* = 1,476 dan *VSWR output* = 1,530. Ini masih sedikit kurang dari nilai yang diinginkan pada saat perancangan, yaitu  $\leq 1,5$ . Sedangkan *VSWR* terbaik pada sisi *input* bernilai 1,475 pada frekuensi 2,91 GHz dan *VSWR* terbaik pada sisi *output* bernilai 1,038 pada frekuensi 2,8 GHz. Pada gambar 16 dan 17 didapatkan hasil pengukuran *return loss input* bernilai -14,318 dB dan *return loss output* bernilai -13,576 dB. Semakin kecil nilai daya yang dipantulkan, maka semakin bagus pula kinerja dari penguat tersebut. *Return loss input* mendapatkan hasil pada frekuensi kerja 2,9 GHz bernilai -14,318 dB dan *return loss output* yang dihasilkan pada frekuensi kerja 2,9 GHz bernilai -13,576 dB. Nilai ini berbeda dengan dari spesifikasi HPA yang di harapkan dimana nilai yang diinginkan sebesar  $\leq -15$  dB.

Perbedaan hasil simulasi dan hasil pengukuran terjadi dikarenakan oleh banyak faktor. Pada saat simulasi, kondisi semua dalam keadaan sempurna, tetapi tidak pada saat pengukuran. Faktor peralatan, kualitas komponen, ketidak sempurnaan dalam *matching impedance*, ketidaksempurnaan dalam penyolderan dan faktor pada saat pabrikan dapat mempengaruhi hasil dari pengukuran tersebut, sehingga hasil realisasi HPA berbeda dengan hasil simulasi[3].

Sedangkan pada penelitian Wiwit Emilia Anggriani, Sarwoko, Ir.,Msc., Budi Prasetya, ST,.MT. “ *Perancangan Dan Realisasi High Power Amplifier (HPA) Pada Frekuensi 2,4-2,45 Ghz Untuk Aplikasi Remote Sensing Payload Nanosatelit*“ yang membahas dan meneliti tentang perancangan *High Power Amplifier* pada aplikasi Remote Sensing Payload (RSPL) pada sebuah nanosatelit yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz. Perancangan High Power Amplifier ini menggunakan aktif berupa transistor. Perancangan dilakukan dengan menggunakan bantuan *software Advanced Design System 2011 (ADS 2011)*.

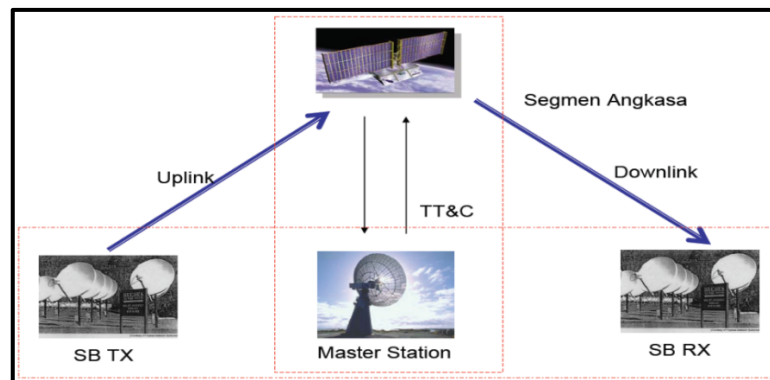
Hasil perancangan direalisasikan dalam bentuk mikrostrip pada PCB dan kemudian dilakukan uji coba terhadap parameter-parameter spesifikasi yang sudah ada. Pada penelitian ini, menggunakan 2 *design* rangkaian *High Power Amplifier*. Dan pada hasil penelitian Hasil realisasi HPA masih belum sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan oleh RSPL Iinusat. Namun, dari hasil pengukuran diketahui bahwa HPA bekerja pada frekuensi 2,4 GHz tetapi hanya menguatkan sebesar 0,439 dB pada desain 1 dan 11,572 dB pada desain 2, Nilai efisiensi HPA desain 1 yaitu sebesar 1,0847 % sedangkan untuk HPA desain 2 memiliki nilai efisiensi yang lebih besar yaitu 9,574 %[4].

## **2.2 DASAR TEORI**

### **2.2.1 Sistem Komunikasi Satelit**

Satelit komunikasi merupakan sebuah satelit yang ditempatkan di angkasa dengan memiliki tujuan sebuah telekomunikasi menggunakan radio pada frekuensi gelombang mikro. Satelit komunikasi dirancang untuk menerima sinyal dari stasiun pengirim di bumi dan

mengirimkannya ke stasiun penerima yang terletak dimanapun. Kebanyakan satelit komunikasi menggunakan orbit geostationer. Pada suatu sistem komunikasi satelit terdapat dua bagian, yaitu: *space segment* (bagian yang berada di angkasa) dan *ground segment* (yang biasa disebut stasiun bumi). Alur pengiriman sinyal berawal dari stasiun bumi pengirim, dimana stasiun bumi pengirim akan mengirimkan sinyal informasi menuju ke satelit dengan menggunakan frekuensi *uplink*. Sinyal yang dikirimkan menuju satelit selanjutnya dilakukan penguatan dan dikonversi dari frekuensi *uplink* menjadi frekuensi *downlink* untuk di transmisikan ke stasiun bumi penerima[5].



Gambar 2.1 Sistem Komunikasi Satelit[6].

### 1. *Space Segment*

*Space Segment* sendiri merupakan element jaringan VSAT yang terdapat di langit, yang terdiri dari satelit, dalam hal ini digunakan satelit GEO (*Geosynchronous Earth Orbit*).

Pada jaringan VSAT, satelit melakukan fungsi *relay*, yaitu menerima sinyal dari *ground segment*, memperkuatnya, dan mengirimkannya lagi menuju *ground segment* yang lain. Satelit yang digunakan dalam sistem jaringan VSAT adalah satelit GEO (*Geosynchronous Earth Orbit*), yaitu satelit yang mengorbit pada ketinggian 35.786 km - 36.000 km di atas permukaan bumi. *Geosynchronous* memiliki arti bahwa satelit itu mengorbit sesuai dengan rotasi bumi, sehingga jika dilihat dari suatu titik di bumi, satelit itu akan terlihat diam. Penggunaan satelit GEO ini

menguntungkan karena terminal VSAT dapat dibuat tetap menghadap ke satelit dan tidak perlu diubah-ubah arahnya karena posisi satelitnya akan tetap terhadap terminal VSAT di bumi[7].

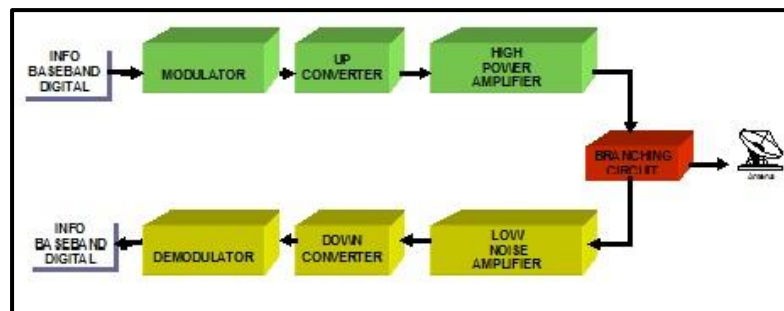
Sifat dari gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang mempunyai dua polarisasi yakni polarisasi *horizontal* yaitu jika medan listrik dari gelombang elektromagnetik searah dengan perambatannya dan polarisasi *vertikal* jika medan listriknya tegak lurus dengan arah perambatannya, kedua polarisasi tersebut dimanfaatkan dalam sistem komunikasi satelit dengan menggunakan suatu alat pada subsistem antena yang disebut *polarizer* (alat untuk memilih polarisasi), sehingga dalam komunikasi satelit mempunyai dua polarisasi.



Gambar 2.2 Satelit (*Space Segment*)[8]

## 2. *Ground Segment*

*Ground Segment* sendiri merupakan element jaringan VSAT yang berada di bumi, yang terdiri dari HUB *station*, dan terminal VSAT itu sendiri.



Gambar 2.3 Blok diagram *ground segment*[9]

## A. *Hub Station*

Hub *station* berfungsi untuk mengontrol seluruh operasi jaringan komunikasi. Pada hub terdapat sebuah *Server Network Management System* (NMS) yang memberikan akses pada operator jaringan untuk memonitor dan mengontrol jaringan komunikasi melalui integrasi perangkat keras dan komponen-komponen perangkat lunak. Operator dapat memonitor, memodifikasi dan mengunduh informasi konfigurasi individual menuju masing-masing VSAT. NMS *workstation* terletak pada *user data center*. Stasiun hub terdiri atas *Radio Frequency* (RF), *Intermediate Frequency* (IF), dan peralatan *baseband*. Stasiun tersebut mengatur *multiple channel* dari *inbound* dan *outbound* data. Pada jaringan *private* terdedikasi, hub ditempatkan bersama dengan fasilitas data *processing* yang dimiliki user. Pada jaringan hub yang dibagi-bagi, hub dihubungkan ke data center atau peralatan user dengan menggunakan sirkuit *backhaul terrestrial*. Peralatan RF terdiri atas antenna, *low noise amplifier* (LNA), *down-converter*, *up-converter*, dan *high power amplifier*. Kecuali untuk antena, subsistem RF hub pada umumnya dikonfigurasi dengan *redundancy* 1:1. Peralatan IF dan *baseband* terdiri dari IF *combiner/divider*, *modulator* dan *demodulator*, juga peralatan pemroses untuk antarmuka channel satelit dan antarmuka peralatan pelanggan. Unit antarmuka satelit menyediakan kontrol komunikasi menggunakan teknik *multiple akses* yang sesuai.

Menurut jenis keperluannya, HUB terbagi menjadi dua jenis :

### 1. *Dedicated HUB*

Hub dimiliki dan digunakan sepenuhnya oleh jaringan sebuah perusahaan.

- a. Jaringan VSAT adalah aset perusahaan dan sepenuhnya dikontrol dan diatur oleh perusahaan.

- b. Letak HUB biasanya diletakan dikantor pusat perusahaan.
- c. Biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan cukup mahal.

## **2. Shared HUB**

HUB dimiliki dan digunakan tidak hanya oleh perusahaan tersebut, tetapi oleh operator pemilik HUB.

- a. Jaringan VSAT dimiliki dan dioperasikan oleh operator VSAT.
- b. Sebuah HUB digunakan bersama oleh beberapa perusahaan kecil.
- c. Perlu koneksi ke HUB karena lokasi HUB diluar perusahaan.
- d. Biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan pengguna jaringan VSAT relatif murah karena cukup mengeluarkan biaya sewa.

## **B. SB Transmit**

*SB Transmit* merupakan stasiun bumi pada sisi transmit, biasanya terletak pada *HUB station*. *SB Transmit* terdiri dari :

### **1. Encoding**

*Encoding* merupakan suatu proses pengkodean atau penyandian suatu informasi yang berasal dari suatu sumber data, dengan kata lain yang dimaksud dari penyandian itu merupakan proses untuk mengubah sinyal ke dalam bentuk yang dioptimalkan untuk keperluan transmisi data atau (penyimpanan data) atau dalam komunikasi berarti tindakan pemberian arti simbol-simbol pada pemikiran.

### **2. Modulator**

*Modulator* adalah suatu rangkaian yang memiliki fungsi untuk melakukan proses modulasi. Modulasi yaitu proses menumpangkan sinyal atau data informasi pada frekuensi gelombang pembawa (*carrier signal*) agar sinyal informasi dapat dikirim ke penerima.

### 3. Up Converter

Memiliki fungsi yaitu mengkonversi sinyal *Intermediate frequency* (IF) atau sinyal frekuensi menengah dengan frekuensi *centernya* sebesar 70 MHz menjadi sinyal RF Up link (5,925 – 6,425 GHz)[10].



Gambar 2.4 Up/Down Converter[11]

### 4. High Power Amplifier

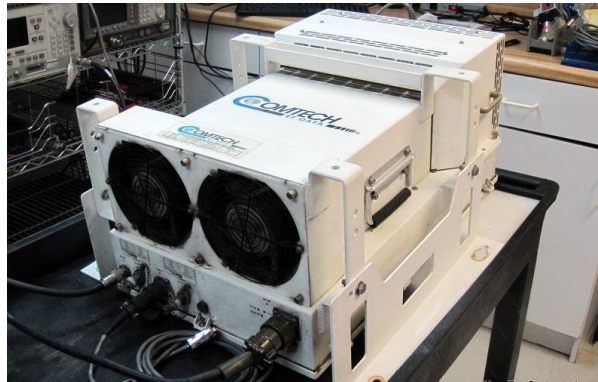
*High Power Amplifier* memiliki fungsi sebagai penguat sinyal RF yang akan dipancarkan menuju satelit agar diperoleh penguatan sinyal yang baik mengingat jarak bumi ke satelit yang sangat jauh, tetapi juga level penguatan daya tersebut tidak melampaui batas yang telah ditentukan di stasiun bumi yang bersangkutan, karena daya pancar yang terlalu besar akan dapat mengganggu stasiun bumi lain. Parameter utama untuk melihat kinerja dari HPA adalah daya *output* dan *gain*. Daya *output* dan *gain* harus dapat dicapai berdasarkan spesifikasi *datasheet*.

Ada dua jenis penguat gelombang mikro, yaitu :

- a. *Travelling Wave Tube* (TWT), beroperasi dengan lebar band hingga 500 MHz. TWT memiliki respon frekuensi yang hampir mendatar di sepanjang pita frekuensinya.
- b. *Klystron*, beroperasi pada lebar band 40 MHz (*narrowband*). Penguat ini dari segi investasi lebih

ekonomis dibandingkan TWT karena memiliki catu daya sederhana dengan daya *uplink* yang lebih kecil dari TWT.

Sinyal RF dari perangkat sebelumnya sangatlah kecil dan harus diperkuat terlebih dahulu untuk kemudian dipropagasikan menuju satelit. Penguat terdiri dari beberapa tahapan penguatan. Sebelum diperkuat oleh HPA, sinyal RF yang sangat kecil diperkuat terlebih dahulu oleh penguat awal, *Intermediate Power Amplifier* (IPA) yang memakai penguat jenis TWT. Pada penguatan akhir sinyal memiliki karakteristik yang berbeda antara *single carrier* dengan *multi carrier*. Jika penguat daya diberikan *input single carrier*, maka penguat daya tersebut dapat menghasilkan penguatan yang lebih besar karena titik jenuhnya jauh lebih besar dibandingkan dengan *input multi carrier*[10].



Gambar 2.5 Bentuk *High Power Amplifier*[12]

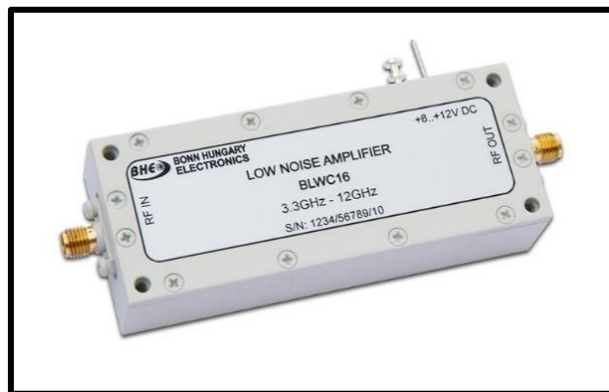


### C. *SB Receive*

*SB Receive* merupakan stasiun bumi pada sisi penerima, biasanya terletak pada *remote station*. *SB receive* terdiri dari :

#### 1. *Low Noise Amplifier (LNA)*

*Low Noise Amplifier* adalah perangkat untuk menurunkan level *noise* dari sinyal yang ditangkap oleh antenna. Sinyal ditangkap oleh antenna stasiun bumi sangat lemah mengingat jarak yang jauh dari satelit sehingga sinyal tersebut tidak dapat langsung diolah serta memiliki level *noise* yang tinggi sehingga harus dikuatkan terlebih dahulu sampai tingkat yang jauh lebih tinggi, baru kemudian dilewatkan ke *down converter*[10].



Gambar 2.6 LNA[13]

#### 2. *Down Converter*

*Down converter* memiliki fungsi untuk mengkonversi sinyal RF *Downlink* (3,7 MHz – 4,2 MHz) menjadi sinyal *Intermediate Frequency* dengan frekuensi *center* sebesar 70 MHz. *Down Converter* dengan berfungsi untuk menguatkan sunyal RF agar memiliki daya yang sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan sehingga menghasilkan kualitas yang distandarkan.

#### 3. *Demodulator*

*Demodulator* adalah rangkaian yang memiliki fungsi untuk memisahkan informasi asli dari gelombang campuran

gelombang informasi yang termodulasi, *demodulator* biasanya disebut juga sebagai *detector*.

#### **4. Decoding**

*Decoding* merupakan suatu proses menerjemahkan sinyal *encoding* untuk memperoleh sinyal informasi dari sumber data.

### **2.2.2 AMPLIFIER**

#### **1. Pengertian Amplifier**

Pengertian *Amplifier* merupakan komponen elektronika yang dipakai untuk menguatkan daya atau tenaga secara umum. Dalam penggunaannya, *amplifier* akan menguatkan sinyal suara yaitu memperkuat dengan sinyal arus I dan tegangan V listrik dari *inputnya*. Sedangkan *outputnya* akan menjadi arus listrik dan tegangan yang lebih besar. Besarnya pengertian *amplifier* sering disebut dengan istilah *Gain*. Nilai dari *gain* yang dinyatakan sebagai fungsi penguat frekuensi *audio*, *Gain power amplifier* antara 200 kali sampai 100 kali dari *signal output*. Jadi *gain* merupakan hasil bagi dari daya di bagian *output* dengan daya di bagian *input* dalam bentuk fungsi frekuensi. Ukuran *gain* biasanya memakai *decible* (dB).

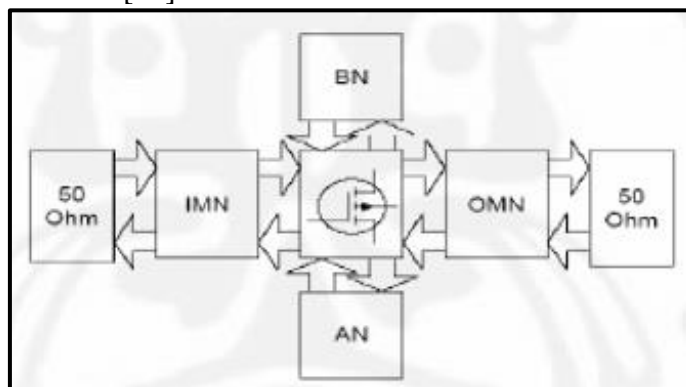
Pada bagian pengertian *amplifier* pada proses penguatannya *audio* ini terbagi menjadi dua kelompok bagian penting, yaitu bagian penguat signal tegangan (V) yang kebanyakan menggunakan susunan transistor *darlington*, dan bagian penguat arus susunannya transistor paralel. Masing masing transistor berdaya besar dan menggunakan sirip pendingin untuk membuang panas ke udara, sehingga pada saat ini banyak yang menggunakan transistor simetris komplementer.

#### **2. Arsitektur High Power Amplifier**

Arsitektur power amplifier terdiri dari tiga langkah perancangan. Tahap pertama dibutuhkan rangkaian matching antara impedansi sumber dengan impedansi input. Tahap kedua yaitu

sebuah *amplifier* dengan daya dan *gain* yang sesuai dengan kebutuhan, dalam perancangannya menggunakan sebuah transistor atau IC. Tahap terakhir juga dibutuhkan rangkaian yang *match* antara impedansi *output* dengan impedansi beban. Pada perancangan HPA Tugas Akhir ini menggunakan rangkain DC Bias. DC Bias atau Bias *Network* merupakan salah satu bagian yang harus diperhatikan dalam membuat suatu penguat daya (*power amplifier*). Fungsi blok Bias *Network* yaitu mengkontol kinerja dari transistor yang digunakan pada perancangan. Bias *Network* terdiri atas blok-blok kapasitan dan induktan.

*Bias network* tergantung pada rentang frekuensi kerja power amplifier yang diinginkan. Pada high power amplifier, bias network yang digunakan ada bias *network non-resistive*. *High power amplifier* membutuhkan arus yang besar, sehingga untuk mencegah terjadinya pemanasan pada system maka digunakan bias *network non-resistive*[14].



Gambar 2.7 Arsitektur High Power Amplifier[14]

### 3. Kelas-kelas *Amplifier*

#### A. Penguat Daya Kelas A (*Class A Power Amplifier*)

Penguat Kelas A adalah Kelas Penguat yang desainnya paling sederhana dan paling umum digunakan. Penguat daya kelas A yang artinya adalah Kelas terbaik, penguat Kelas A ini memiliki tingkat distorsi sinyal yang cukup rendah dan memiliki linieritas yang tertinggi dari semua kelas penguat lainnya. Penguat Kelas A menggunakan transistor *single* (transistor

bipolar, FET, IGBT yang terhubung secara konfigurasi *Common Emitter* (Emitor Bersama). Letak titik kerja (titik Q) berada di pusat kurva karakteristik atau berada pada setengah  $V_{cc}$  ( $V_{cc}/2$ ) dengan tujuan untuk mengurangi distorsi pada saat penguatan sinyal. Penguat Kelas A ini menguat sinyal Input satu gelombang penuh atau  $360^\circ$ .

Untuk mencapai Linearitas dan *Gain* yang tinggi, *Amplifier* Kelas A ini mengharuskan Transistor dalam keadaan aktif selama siklus AC. Hal ini menyebabkan pemborosan dan pemanasan yang berlebihan sehingga menyebabkan ketidakefisienan. Efisiensi Penguat/*Amplifier* kelas A ini hanya berkisar sekitar 25% hingga 50%.

#### **B. Penguat Daya Kelas B (*Class B Power Amplifier*)**

Penguat Kelas B diciptakan untuk mengatasi masalah efisiensi dan pemanasan yang berlebihan pada Penguat Kelas A. Letak titik kerja (*Q-point*) yang berada di ujung kurva karakteristik sehingga hanya menguatkan setengah input gelombang atau  $180^\circ$  gelombang. Karena transistor hanya melakukan penguatan setengah gelombang dan menonaktifkan setengah gelombang lainnya, Penguat Kelas B ini memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan penguat kelas A.

#### **C. Penguat Daya Kelas AB (*Class AB Power Amplifier*)**

Penguat kelas AB merupakan gabungan dari penguat kelas A dan penguat kelas B. Penguat kelas AB merupakan kelas penguat yang paling umum digunakan pada desain *Audio Power Amplifier*. Titik kerja penguat kelas AB berada diantara titik kerja penguat kelas A dan titik kerja penguat kelas B, sehingga Penguat kelas AB dapat menghasilkan penguat sinyal yang tidak distorsi seperti pada penguat kelas A dan mendapatkan efisiensi daya yang lebih tinggi seperti pada penguat kelas B. Penguat

Kelas AB menguatkan sinyal dari  $180^\circ$  hingga  $360^\circ$  dengan efisiensi daya dari 25% hingga 78,5%.

#### **D. Penguat Daya Kelas C (*Class C Power Amplifier*)**

Pada penguat daya Kelas C ini menguatkan sinyal input kurang dari setengah gelombang (kurang dari  $180^\circ$ ) sehingga distorsi pada keluarannya menjadi sangat tinggi. Namun Efisiensi daya pada penguat kelas C ini sangat baik yaitu dapat mencapai efisiensi daya hingga 90%. Penguat Kelas C ini sering digunakan pada aplikasi khusus seperti Penguat pada pemancar Frekuensi Radio dan alat-alat komunikasi lainnya.

#### **E. Penguat Daya Kelas D (*Class D Power Amplifier*)**

Penguat daya kelas D menggunakan penguatan dalam bentuk pulsa atau biasanya disebut dengan teknik *Pulse Width Modulation* (PWM), dimana lebar pulsa ini proposional terhadap amplitudo sinyal input yang pada tingkat akhirnya sinyal PWM akan menggerakkan transistor *switching ON* dan *OFF* sesuai dengan lebar pulsanya. Secara teoritis, Penguat kelas D dapat mencapai efisiensi daya hingga 90% hingga 100% karena transistor yang menangani penguatan daya tersebut bekerja sebagai *Switch Binary* yang sempurna sehingga tidak terjadi pemborosan waktu saat transisi sinyal dan juga tidak ada daya yang diborosan saat tidak ada sinyal input. Transistor yang digunakan untuk *Amplifier* kelas D umumnya adalah transistor jenis MOSFET. Suatu Penguat Kelas D umumnya terdiri dari sebuah generator gelombang gigi gergaji, Komparator, Rangkaian *Switch* dan sebuah *Low Pass Filter*[15].

### **4. Karakteristik HPA**

#### **A. Penguat Daya Kelas A**

1. Perangkat *output* (Transistor) mengalirkan seluruh sinyal input. Dengan kata lain, *power amplifier* tersebut mereproduksi seluruh gelombang amplitudo sinyal suara yang masuk secara keseluruhan.

2. Amplifier ini termasuk panas dikarenakan transistor nya bekerja terus menerus dengan tenaga penuh.
3. Tidak ada kondisi dimana transistor tersebut beristirahat meski hanya sejenak, meski bukan berarti *amplifier* tersebut tidak dapat dimatikan. Dengan maksud adalah ada aliran listrik konstan yang mengalir transistor tersebut secara terus menerus (dan ini secara tetap menghasilkan panas) yang disebut sebagai “bias”.
4. *Amplifier* Kelas A merupakan *amplifier* yang paling inefisien. Nilai efisiensi nya sekitar 20.

### **B. Penguat Daya Kelas B**

1. Sinyal *input* dari *amplifier* tersebut harus lebih besar agar bisa menjalankan transistor dengan baik.
2. Hampir merupakan kebalikan dari penguat kelas A.
3. Harus ada setidaknya kurang lebih dua perangkat output sejenis dengan penguat ini. Bagian *output amplifier* ini menjalankan dua *output* tersebut. Masing-masing perangkat output tersebut menjalankan setengah panjang gelombang sinyal suara secara bergantian. Pada waktu transistor tidak bekerja, maka tidak ada aliran listrik (bias) yang mengalir transistor tersebut.
4. Setiap perangkat output tersebut berada dalam kondisi *on* (hidup) selama satu setengah kali siklus gelombang amplitudo.

### **C. Penguat Daya Kelas AB**

1. Bias *output* diatur sehingga arus listrik mengalir dalam perangkat *output* selama lebih dari setengah siklus sinyal tetapi kurang dari seluruh siklus.
2. Ada cukup arus yang mengalir melalui masing-masing perangkat untuk tetap beroperasi sehingga mereka merespon langsung tuntutan tegangan input.

3. Pada tahap keluaran tarik dan dorong (*push-pull*), ada beberapa tumpang tindih karena setiap perangkat output membantu yang lain selama masa transisi singkat, atau *crossover* dari positif ke negatif setengah dari sinyal tersebut[16].

#### **D. Penguat Daya Kelas C**

Rangkaian *High Power Amplifier* kelas C juga tidak perlu dibuatkan bias, karena transistor pada penguat kelas C memang sengaja dibuat bekerja pada daerah saturasi. Rangkaian L C pada rangkaian tersebut akan beresonansi dan ikut berperan penting dalam mereplika kembali sinyal input menjadi sinyal *output* dengan frekuensi yang sama. Rangkaian ini jika di beri umpan baik dapat menjadi rangkaian osilator RF yang sering digunakan pada pemancar. *Power Amplifier* kelas C memiliki efisiensi yang tinggi bahkan sampai 100%, namun tingkat fidelitas nya memang lebih rendah. Tetapi sebenarnya fidelitas yang tinggi bukan menjadi tujuan dari penguat jenis ini[17].

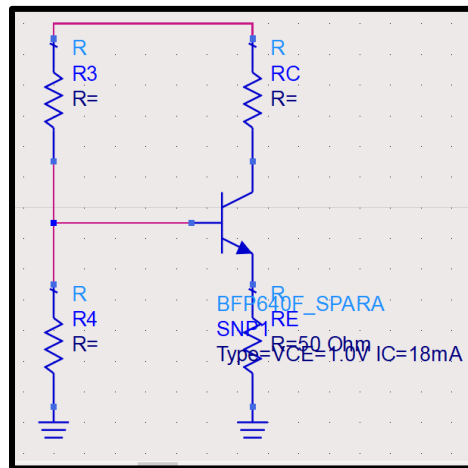
#### **E. Penguat Daya Kelas D**

1. Sementara ini memang beberapa *Amplifier* Kelas D berjalan dalam modus digital, menggunakan data biner yang koheren, sebagian tidak. Lebih cocok bila disebut “switching” amplifier, karena di sini perangkat output dengan cepat dinyalakan dan dimatikan setidaknya dua kali untuk setiap siklus.
2. Bergantung pada frekuensi *switching* nya, dapat “dihidupkan” atau “dimatikan” jutaan kali per detik.
3. Secara teoritis *Amplifier* Kelas D 100% efisien, tetapi dalam prakteknya, efisiensinya berkisar antara 80-90%.
4. Nilai tinggi pada efisiensi, dengan korban kualitas reproduksi audio yang terdegradasi.
5. *Amplifier* Kelas D pada umumnya digunakan pada aplikasi non Hi-fi atau untuk *subwoofer* [16].

**5. Bipolar Junction Transistor (BJT) dan Rangkaian Prategangannya**

Transistor BJT banyak digunakan untuk aplikasi dengan frekuensi kerja antara 2 sampai 4 GHz karena memiliki penguatan yang tinggi dan lebih murah meskipun *noise figure*nya tidak lebih baik dari transistor jenis FET (*Field Effect Transistor*).

Agar transistor dapat bekerja harus diberikan rangkaian prategangan. Pada tugas akhir ini digunakan rangkaian tegangan jenis pembagi tegangan seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.8 Rangkaian simulasi sederhana rangkaian prategangan

Untuk mencari nilai komponen pada prategangan seperti gambar 2.8 diatas, digunakan langkah-langkah sebagai berikut :

- A. Pilih titik kerja transistor (tentukan nilai  $I_c$ ,  $V_{cc}$ ,  $V_c$ ,  $\beta$ ,  $V_e$ ).
- B. Asumsikan bahwa nilai  $I_e=I_c$  untuk nilai  $\beta$  transistor tinggi.
- C. Hitung nilai  $R_E$

$$R_E = \frac{V_E}{I_E} \dots \dots \dots (2.1)$$

- D. Hitung nilai  $R_C$

$$R_C = \frac{V_{CC}-V_c}{I_c} \dots \dots \dots (2.2)$$

- E. Hitung nilai  $I_B$

$$I_B = \frac{I_c}{\beta} \dots \dots \dots (2.3)$$



**F. Hitung nilai VBB**

$$VBB = VE + VEE \dots \dots \dots (2.4)$$

**G. Asumsikan nilai IBB**

**H. Hitung nilai R1**

$$R1 = \frac{VBB}{IBB} \dots \dots \dots (2.5)$$

**I. Hitung nilai R2**

$$R2 = \frac{Vcc - Vbb}{Ibb + Ib} \dots \dots \dots (2.6)$$

Untuk mencegah arus DC keluar dari rangkaian prategangan maka ditempatkan DC *block* pada bagian masukan dan keluaran rangkaian prategangan. Sedangkan untuk mencegah sinyal AC mengintrefrensi rangkaian prategangan, ditempatkan beberapa DC *feed* pada rangkaian. DC *block* memiliki nilai kapasitansi  $\infty$  dan DC *feed* memiliki nilai induktansi  $\infty$ . Namun, pada kenyataannya tidak ditemukan nilai kapasitansi dan induktansi yang  $\infty$ , maka pada realisasi digunakan nilai kapasitor dan nilai inductor dengan nilai tertentu yang memenuhi syarat. Untuk menentukan nilai kapasitor dan inductor sebagai DC *block* dan DC *feed* menggunakan aturan nilai  $Xc < Zo/10$  pada frekuensi yang diinginkan, dan nilai  $XL > Zo \times 10$ [4].

**6. Model Linear dan Non-Linear**

Transistor BFP640F telah memiliki beberapa data parameter seperti S-Parameter dan *noise* dengan variasi rangkaian *bias*. BFP640F memiliki S-Parameter yang telah terukur yang dapat dilihat dari *datasheet* yang ada oleh karena itu perlu dilakukan simulasi antara model rangkaian *High Power Amplifer linear* dan *non-linear*. Model linear merupakan model yang menggunakan *file* BFP640F\_w\_noise\_VCE\_3.0V\_IC\_25mA.s2p. *File* ini telah memiliki data s-parameter beserta *noisenya* pada Vce 3 Volt dan Ic 25mA.

Model *non-linear* merupakan rangkaian ekuivalen dari BFP640F secara skematik pada *Advanced Design System*. Simulasi ini penting agar nilai s-parameter pada model *non-linear* dapat mendekati nilai s-parameter yang terukur. Simulasi *linear* ini dilakukan tanpa menambahkan rangkaian bias seperti pada simulasi *non-linear*. Hal ini di sebabkan pada simulasi *linear* langsung menggunakan data s-parameter yang telah terukur pada kondisi *biasnya*[18].

## 7. Parameter S

*Scattering parameter* digunakan untuk mendeskripsikan perilaku elektrik dari rangkaian dengan beberapa *port*. Parameter S menggambarkan hubungan gelombang tegangan yang masuk ke dalam *port* dan yang dipantulkan. Jika terdapat daya yang masuk pada *port* satu ( $a_1$ ), maka terdapat dua hal yang dapat terjadi, yaitu daya akan terpantul pada *port* satu ( $b_1$ ) atau daya akan keluar dari *port* dua ( $b_2$ ). Tetapi jika *port* dua diterminasikan terhadap beban dengan impedansi yang sama dengan saluran transmisi atau *system* (*matching*) maka  $b_2$  akan sepenuhnya sampai di beban dengan membuat nilai  $a_2$  sama dengan nol. Hal yang sama juga terjadi pada *port* satu. Oleh karena itu rumus diatas menjadi :

$$A. S_{11} = \frac{b_1}{a_1} \Big|_{a_2=0} \text{ (Koefisien pantul di } port \text{ 1 ketika } a_2 = 0)$$

$$B. S_{22} = \frac{b_2}{a_2} \Big|_{a_1=0} \text{ (Koefisien pantul di } port \text{ 2 ketika } a_1 = 0)$$

$$C. S_{12} = \frac{b_1}{a_2} \Big|_{a_1=0} \text{ (Koefisien transmisi dari } port \text{ 2 ke port 1 ketika } a_1 = 0)$$

$$D. S_{21} = \frac{b_2}{a_1} \Big|_{a_2=0} \text{ (Koefisien transmisi dari } port \text{ 1 ke } port \text{ 2 ketika } a_2 = 0) [4]$$

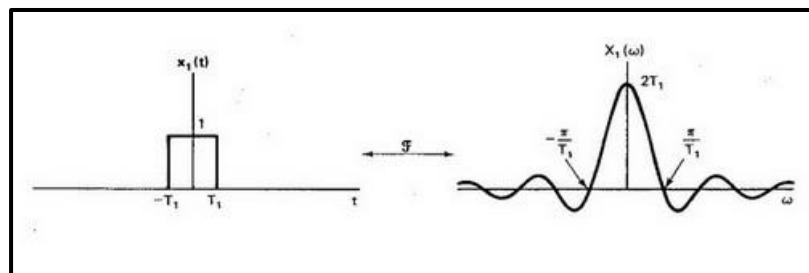
## 8. Parameter *High Power Amplifier*

### A. *Bandwidth*

*Bandwidth* sinyal frekuensi rendah. frekuensi sinyal diukur dalam satuan Hertz.

*Bandwidth* (lebarpita) dalam ilmu komputer merupakan suatu penghitungan konsumsi data yang tersedia pada suatu telekomunikasi. Dihitung merupakan luas atau lebar cakupan frekuensi yang digunakan oleh sinyal dalam medium transmisi. *Bandwidth* dapat diartikan sebagai perbedaan antara komponen sinyal frekuensi tinggi dan dalam satuan *bits per seconds* (bit per detik). *Bandwidth* tersebut terdapat pada komunikasi nirkabel, modem transmisi data, komunikasi digital, elektronik, dan lain-lain, adalah *bandwidth* yang mengacu pada sinyal analog yang diukur dalam satuan hertz (makna asli dari istilah tersebut) yang lebih tepat ditulis *bitrate* daripada *bits per second*. Dalam dunia *web hosting*, *bandwidth capacity* (kapasitas lebarpita) diartikan sebagai nilai maksimum besaran transfer data (tulisan, gambar, video, suara, dan lainnya) yang terjadi antara *server hosting* dengan komputer klien dalam suatu periode tertentu[19].

Dalam bidang telekomunikasi dikenal beberapa hal tentang pengertian *bandwidth*. *Bandwidth* dalam bidang telekomunikasi dapat diartikan sebagai kapasitas komunikasi dan spektrum frekuensi radio yang dipancarkan atau dalam arti lain adalah *occupied bandwidth* atau *bandwidth* yang dibutuhkan. Setiap perangkat transmisi pasti memiliki *bandwidth*.



Gambar 2.9 Bandwidth yang diukur[20]

## B. Backoff

*Impedance Matching* merupakan penyepadanan pada saluran yang dilakukan agar impedansi input saluran transmisi  $Z_{IN} = Z_O$ , sehingga dapat terjadi transfer daya maksimum. *Matching impedance* ini hanya dapat diaplikasikan pada rangkaian dengan sumber AC.

*Impedance matching* ini sangat dibutuhkan dalam sebuah *interface* pada *transmitter* dan *receiver*. Jika rangkaian telah *matching*, daya yang ditransferkan akan maksimum dan memiliki *losses* yang kecil. *Impedansi matching* adalah hal yang penting dalam rentang frekuensi gelombang mikro. Suatu saluran transmisi yang diberi beban yang sama dengan impedansi karakteristik mempunyai *standing wave ratio* (SWR) bernilai satu, sehingga dalam pentransmisiannya tanpa ada gelombang yang terpantul. Hal ini dapat menyebabkan efisiensi transmisi menjadi optimum. *Matching* dalam saluran transmisi mempunyai pengertian yang berbeda dengan dalam teori rangkaian[21].

## C. Linearity

Linearitas merupakan sifat hubungan yang linear antar *variable*, yaitu pada setiap perubahan yang terjadi satu *variable* akan diikuti perubahan dengan besaran yang sejajar pada *variable* lainnya. Pada sebuah perancangan *High Power Amplifier* yang menggunakan software ADS 2019, akan menghasilkan sebuah garis yang menunjukkan *Linearity* rangkaian tersebut. Linearitas amplifier menyatakan bahwa sinyal output mempertahankan keaslian sinyal input, dengan :

$$V_0(t) = A \cdot V_1(t) \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana  $V_0$  merupakan tegangan output dan  $V_1$  merupakan tegangan *input* dimana A adalah konstanta penguatan[22].

#### D. Gain

Penguatan merupakan perbandingan antara harga besaran keluaran dengan harga masukan. Terdapat 3 jenis penguatan, yaitu :

##### 1. Power Gain

Perbandingan antara daya yang hilang pada beban  $Z_L$  ( $P_L$ ) dengan daya yang dibeikan ke bagian input. Tipe gain ini tidak tergantung pada imedansi sumber ( $Z_s$ ).

##### 2. Available Gain

Perbandingan antara daya yang terdapat pada *two-port* network dengan daya yang terdapat pada sumber.

$$\text{Available gain} = \frac{\text{amplifier output power}}{\text{available power from generator source}} \dots (2.8)$$

##### 3. Transducer Power Gain

Perbandingan antara daya *output*  $P_L$  yang dikirim ke beban  $Z_L$  terhadap daya input yang disediakan oleh sumber kepada rangkaian.

$$\text{Transducer Gain} = \frac{\text{power delivered to load}}{\text{available power from source}} \dots (2.9)[22]$$

#### 9. Perhitungan Link Budget

Perhitungan link budget merupakan perhitungan level daya yang dilakukan untuk memastikan bahwa level daya penerimaan lebih besar atau sama dengan level daya yang dikirtimkan. Tujuannya untuk menjaga keseimbangan gain dan *loss* dari antenna pemancar (Tx) ke antenna penerima (Rx).

##### A. Free Space Loss

*Free space loss* atau redaman ruang bebas merupakan besarnya redaman atau pengurangan daya sinyal kirim selama menempuh jarak propagasi dari stasiun bumi ke satelit.

$$L_u = 10 \log \left( \frac{4\pi F_u d_u}{c} \right)^2 \dots (2.10)$$

Dengan :  $L_u$  = *free space loss* arah *uplink* (dB),  $F_u$  = frekuensi *uplink* (Hz),  $d_u$  = *slant range* satelit (jarak transmisi dari stasiun bumi ke satelit),  $c$  = kecepatan cahaya ( $=3 \times 10^8$  m/s)

**B. Kuat daya *carrier* (Rx Level)**

Kuat daya *carrier* yang dirasakan oleh antenna yaitu nilai EIRP yang terpengaruh oleh *loss* karena *tracking* dan redaman atmosfer serta redaman ruang bebas ditambah dengan penguatan antenna.

$$C_u = (EIRP_{SBT-L}) - L_u + G_{satR} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dengan :

$C_u$  = daya *carrier uplink* yang diterima antenna satelit (dB)

$EIRP_{SBTx}$  = nilai EIRP satasiun bumi Tx (dB)

$L$  = *loss tracking + atmosphere attenuation* (1,2 – 1,5 dB)

$L_u$  = *free space loss uplink* (dB)

$G_{satRx}$  = *gain* antenna penerima satelit

**C. Gain to Noise Temperature (G/T)**

Parameter *gain to noise temperature* merupakan parameter yang membandingkan antara penguatan antenna penerima dengan total dari *noise temperature* yang ada pada sistem penerimaan. Parameter ini hanya ada pada bagian penerima.

$$\frac{G}{T_{up}} = G_{RX} - L_R - L_{poi} - L_{FRx} - 10 \cdot \log(T_{sys}) \dots \dots \dots (2.12)$$

$$T_{sys} = T_1 + T_2 \dots \dots \dots (2.13)$$

$$T_1 = T_A + (L_{FRx} - 1) T_F + T_R \dots \dots \dots (2.14)$$

$$T_2 = \frac{T_1}{L_{frx}} = \frac{T_A}{L_{frx}} + (1 - \frac{1}{L_{frx}}) T_F + T_R \dots \dots \dots (2.15)$$

Dengan :

$G/T$  = *gain to noise temperature* (dB/K),  $G_{Rx}$  = *gain* antenna penerima satelit (dB)

$L_R$  = *loss miss pointing* antenna (dB),  $L_{pol}$  = *loss* polarisasi (dB)

$T_A$  = *temperature* antena satelit (K),  $L_{FRx}$  = *lossfeeder* sistem penerimaan satelit (dB)

$T_F$  = *temperature feeder* (K),  $T_R$  = *temperature* pada penerima satelit

**D. Carrier to Noise Ratio (C/N)**

C/N merupakan parameter yang membandingkan daya sinyal *carrier* yang diterima oleh antenna penerima dengan harga *noise* yang ada pada sistem penerimaan tersebut.

$$\frac{C}{N} = EIRP - L + \frac{G}{T} - 10\log k - 10\log B - IBo \dots\dots\dots(2.16)$$

Dengan :

L = *free space loss uplink* (dB),

G/T = *gain to noise Temperatur Ratio* pada penerima satelit (dB),

k = konstanta Boltzman =  $1,3803 \times 10^{-23} \text{ J}^\circ\text{K}$ ,

B = *bandwidth* frekuensi (Mhz),

Ibo = *back off input*

**E. Carrier to Noise Ratio Total (C/Ntotal)**

C/N total merupakan parameter yang melambangkan kualitas daya *carrier* yang diterima oleh perangkat akhir dalam komunikasi satelit (stasiun bumi penerima). C/N total inilah yang selanjutnya akan dipakai untuk mengetahui nilai Eb/No pada bagian modem.

**F. Energi Per Bit to Noise Density Ratio (Eb/No)**

Eb/No (*Energi Per Bit to Noise Density Ratio*) merupakan perbandingan dari energi per bit perkepadatan derau dari keluaran demodulator pada sistem modulasi digital. Besaran ini juga menunjukkan kualitas dari sinyal RF (*Radio Frequency*) yang diterima oleh modem.

$$\frac{Eb}{No} = \frac{C}{NTotal} - 10\log R \dots\dots\dots(2.17)$$

**G. Bit Error Ratio (BER)**

Parameter sinyal *carrier* yang ada sangat menentukan *link budget* total dalam komunikasi satelit agar stasiun bumi penerima masih dapat menerima dengan baik informasi yang dikirimkan oleh stasiun bumi pengirim. Parameter yang penting dalam proses penerimaan informasi ada tiga yaitu Eb/No *threshold*, *Bit error ratio* (BER), *Rain Attenuation*[23].

## **10. Software Advanced Design System 2019**

### **A. Penjelasan Software Advanced Design System 2019**

*Advanced Design System* (ADS) merupakan sistem perangkat lunak otomatisasi desain elektronik yang diproduksi oleh Keysight EESof EDA, sebuah divisi dari Keysight Technologies. *Software* tersebut menyediakan lingkungan desain terintegrasi untuk perancang produk elektronik RF seperti ponsel, jaringan nirkabel, komunikasi satelit, sistem radar, dan tautan data berkecepatan tinggi.

### **B. Fitur-fitur Software Advanced Design System 2019**

#### **1. Produk SIPro dan PIPro untuk analisis Sinyal dan Integritas Daya**

ADS 2019 mengubah alur kerja *Signal Integrity* (SI) dan *Power Integrity* (PI) untuk desain digital berkecepatan tinggi. Alur kerja baru dalam ADS memperkenalkan dua fitur produk baru, SIPro dan PIPro untuk ADS 2019. SIPro dan PIPro berbagi lingkungan tunggal dan memberikan hasil EM dengan akurasi tinggi dalam waktu simulasi yang jauh lebih cepat daripada pemecah EM tujuan umum. Alur kerja yang kohesif baru memungkinkan pengguna untuk melakukan analisis SI dan PI pada desain umum. Pengaturan EM adalah '*net-driven*', memungkinkan pengguna untuk dengan cepat menavigasi papan yang besar dan dialihkan, dan hanya menyertakan jaring yang ingin mereka simulasikan (jaring sinyal khusus, jaring listrik, jaring *ground*); Tidak ada waktu yang terbuang dalam pengeditan tata letak manual, tidak perlu menghapus detail tata letak yang tidak diinginkan sebelum simulasi. Dari antarmuka pengguna khusus baru, pengguna dapat melihat desain papan secara asli dalam 3D, dengan mudah menyalin EM-pengaturan dari satu jenis analisis ke yang lain,



mensimulasikan, memvisualisasikan hasil kemudian secara otomatis menghasilkan skema yang siap untuk simulasi rangkaian lebih lanjut dan penyetelan parameter.

## **2. Simulasi *Balance Harmonic* dan *Circuit Envelope***

ADS 2019 terus memajukan teknologi simulasi sirkuit melalui peningkatan pada *Harmonic Balance* dan *Circuit Envelope* simulator yang meningkatkan kecepatan, konvergensi, dan akurasi. Selain itu, kecepatan anotasi DC yang ditingkatkan dilengkapi untuk desain yang paling kompleks sekalipun.

## **3. Simulasi *Elektro-Termal* untuk *Windows***

Simulator *Electro-Thermal* sekarang didukung penuh pada Windows dan Linux sehingga lebih mudah diakses oleh lebih banyak desainer.

## **4. Simulasi Momentum EM**

Simulator Momentum 3D planar EM sekarang mencakup substrat berparameter untuk simulasi EM yang memungkinkan perancang memodelkan variabilitas proses. Dukungan impor TSMC iRCX dan Via penyederhanaan & Simulasi *Dummy Metal Fills* juga termasuk dalam rilis ini.

## **5. Verifikasi Tata Letak dan Tata Letak**

Banyak peningkatan dan kemampuan baru membuat Layout ADS, lebih cepat, lebih intuitif dan pembuatan kuat. Beberapa tambahan baru termasuk, penegakan kisi-kisi pabrikan, peningkatan jaring tanah, penampil 3D yang lebih cepat, penyorotan yang ditingkatkan, konektivitas, pemetaan tata letak jaring untuk nama jaringan skematik, serta mengimpor file .brd untuk simulasi EM.

## **6. RFIC Silikon**

ADS 2019 menghadirkan serangkaian peningkatan pada aliran *front-end* desain silikon RFIC. Melalui pengembangan interoperabilitas *OpenAccess* pada ADS

2019, sekarang dimungkinkan untuk melakukan desain skematis RFIC silikon dalam ADS menggunakan Virtuoso seperti penjelasan DC, peningkatan fungsionalitas skematis, kegunaan dan dukungan untuk tampilan konfigurasi untuk beralih di antara tampilan simulasi. Dalam interoperabilitas, perancang bekerja dari pustaka desain *OpenAccess* tunggal yang tetap disinkronkan antara platform EDA, menghilangkan langkah-langkah porting yang berlebihan dan menerjemahkan blok desain. Walaupun ini membuat ADS alternatif yang menarik untuk desain frontend skematis RFIC silikon, ini juga memungkinkan simulasi bersama di tingkat chip sirkuit RF yang dipartisi antara model sirkuit *Spice* dan interkoneksi, atau pada tingkat chip modul di seluruh chip silikon dan paket atau laminasi menggunakan alat 3D EM industri terkemuka dari MoM, FEM dan FDTD.

#### **7. *Wireless Libraries***

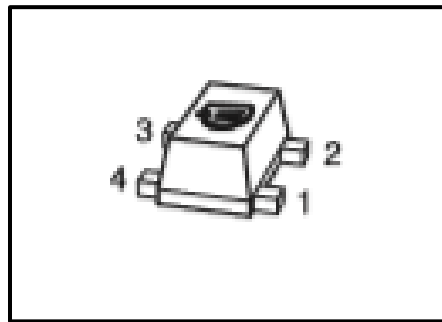
Modem Canggih W2383EP / ET 5G baru untuk ADS memungkinkan desain dan verifikasi desain untuk standar nirkabel 5G yang muncul. Perpustakaan nirkabel ini berisi pengaturan simulasi pra-konfigurasi dengan sumber termodulasi dan demodulasi yang sepenuhnya sesuai dengan spesifikasi nirkabel. Algoritma pembangkitan sinyal dan demodulasi sepenuhnya konsisten dengan instrumentasi Keysight untuk membawa kepatuhan dan akurasi tingkat instrumen ke dalam simulasi rangkaian dan hasil verifikasi Anda. *5G Wireless Library Keysight* akan selalu menjadi yang pertama muncul bersama dengan standar terbaru karena partisipasi aktif kami dalam komite penetapan standar, yang sangat penting untuk desain dan pengembangan instrumentasi yang tepat waktu.

### **C. Komponen – Komponen yang digunakan**

## 1. Transistor BFP640F

Transistor BFP640F merupakan komponen aktif yang digunakan untuk merangkai sebuah rangkaian penguat. Transistor ini berjenis BJT (*Bipolar Junction Transistor*) tipe Infineon BFP640F dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a. Transistor RF dengan derau rendah noise tinggi
- b. *Noise Figure*  $F = 0,65$  dB pada 1,8 GHz
- c. *Noise Figure*  $F = 1,2$  dB pada 6 GHz
- d. Tinggi stabil maksimum gain  $G_{ms} = 23$  dB pada 1,8 GHz
- e. Metalisasi emas untuk keandalan ekstra tinggi
- f. 70 GHz fT-Teknologi Germanium Silikon
- g. Paket bebas-Pb (sesuai RoHS )1)



Gambar 2.10 Transistor BFP640F[24]

## 2. Kapasitor

Kapasitor merupakan salah satu jenis komponen elektronika yang memiliki kemampuan yang dapat menyimpan muatan arus listrik di dalam medan listrik selama batas waktu tertentu dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan arus listrik tersebut. Kapasitor juga memiliki sebutan lain, yakni kondensator.

Kapasitor atau kondensator tersebut termasuk salah satu jenis komponen pasif.. Karena itu satuan yang digunakan untuk kapasitor adalah Farad (F) yang diambil dari nama ilmuwan tersebut. Saat kapasitor sudah terisi penuh dengan arus listrik, maka kapasitor tersebut akan mengeluarkan muatannya, dan kembali mengisinya

lagi seperti awal. Proses tersebut berlangsung terus-menerus dan begitu seterusnya. Pada umumnya kapasitor terbuat dari bahan dua buah lempengan logam yang dipisahkan oleh bahan dielektrik.

Bahan dielektrik sendiri merupakan bahan yang tidak bisa dialiri listrik (isolator) seperti ruang hampa udara, gelas, keramik, dan masih banyak lagi yang lain. Jika kedua ujung plat logam diberikan aliran listrik, maka yang terjadi adalah muatan positif akan berkumpul pada ujung plat logam yang satunya atau sebaliknya. Karena ada bahan dielektrik atau non konduktor, maka muatan positif tidak akan bisa menuju ke muatan negatif, dan sebaliknya muatan negatif juga tidak akan bisa menuju ke muatan positif. Muatan elektrik tersebut akan tersimpan selama tidak ada konduksi pada bagian ujung-ujung kaki kapasitor [10].

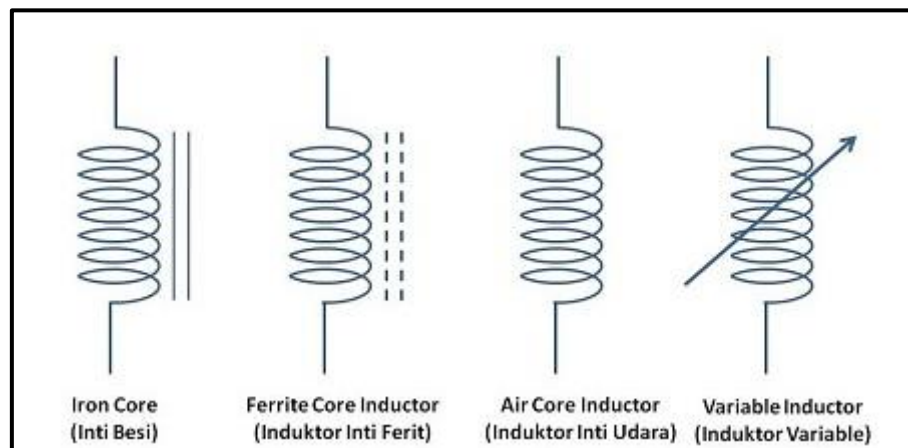
Fungsi yang dimiliki oleh kapasitor :

- a. Untuk menyimpan arus dan tegangan listrik sementara waktu.
- b. Sebagai penyaring atau *filter* dalam sebuah rangkaian elektronika seperti *power supply* atau adaptor.
- c. Untuk menghilangkan *bouncing* (percikan api) abila dipasang pada saklar.
- d. Sebagai kopling antara rangkaian elektronika satu dengan rangkaian elektronika yang lain.
- e. Untuk menghemat daya listrik apabila dipasang pada lampu neon.
- f. Sebagai isolator atau penahan arus listrik untuk arus DC atau searah.
- g. Sebagai konduktor atau menghantarkan arus listrik untuk arus AC atau bolak-balik.
- h. Untuk meratakan gelombang tegangan DC pada rangkaian pengubah tegangan AC ke DC (adaptor).
- i. Sebagai *oscillator* atau pembangkit gelombang AC (bolak-balik)

### 3. Induktor

Induktor atau dikenal juga dengan *Coil* merupakan komponen Elektronika Pasif yang terdiri dari susunan lilitan Kawat yang membentuk sebuah Kumparan. Pada dasarnya, Induktor dapat menimbulkan Medan Magnet jika dialiri oleh Arus Listrik. Medan Magnet yang ditimbulkan tersebut dapat menyimpan energi dalam waktu yang relatif singkat. Dasar dari sebuah Induktor adalah berdasarkan Hukum Induksi Faraday.

Kemampuan Induktor atau *Coil* dalam menyimpan Energi Magnet disebut dengan Induktansi yang satuan unitnya adalah Henry (H). Satuan Henry pada umumnya terlalu besar untuk Komponen Induktor yang terdapat di Rangkaian Elektronika. Oleh Karena itu, Satuan-satuan yang merupakan turunan dari Henry digunakan untuk menyatakan kemampuan induktansi sebuah Induktor atau Coil. Satuan-satuan turunan dari Henry tersebut diantaranya adalah *milihenry* (mH) dan *microhenry* ( $\mu$ H). Simbol yang digunakan untuk melambangkan Induktor dalam Rangkaian Elektronika adalah huruf "L".



Gambar 2.11 Simbol Induktor

Jenis-jenis Induktor :

- a. *Air Core Inductor* – Menggunakan Udara sebagai Intinya
- b. *Iron Core Inductor* – Menggunakan bahan Besi sebagai Intinya

c. *Ferrite Core Inductor* – Menggunakan bahan Ferit sebagai Intinya

d. *Variable Inductor* – Induktor yang nilai induktansinya dapat diatur sesuai dengan keinginan. Inti dari Variable Inductor pada umumnya terbuat dari bahan Ferit yang dapat diputar-putar.

Fungsi-fungsi Induktor atau *Coil* diantaranya adalah dapat menyimpan arus listrik dalam medan magnet, menapis (*Filter*) Frekuensi tertentu, menahan arus bolak-balik (AC), meneruskan arus searah (DC) dan pembangkit getaran serta melipatgandakan tegangan.