

## SISTEM PEMANCAR 1 KW RADAR VHF LAPAN

Peberlin Sitompul, Adi Purwono, Mario Batubara, Nolly Amir Hamzah  
Pusat Sains Antariksa – LAPAN  
peberlin\_sitompul@yahoo.com, adi@bdg.lapan.go.id

### Abstract

*To increase the transmitting power in LAPAN VHF Radar system is the main aim of this years' research. The radar power is one of the most important parameter for detecting the very soft objects in the air as well as the dynamics of the atmosphere like turbulence and winds. This paper explains the result of development and the design on 1,2 kW transmitter system. The new built transmitter called as T-3, is a modification of the off-the-self FM broadcast transmitter available in market. The design consist of 2 stages, the first is a driver sub-system which will give 20W output to powers the second stage that can output up to 1.2 kW using MOSFET transistor BLF-578, with 52V DC voltage, and 30 A current. The system has been tested using 1500 mV signal input, where the signal has 10 microsecond pulse width and 100 microsecond inter-pulse period, the system gives 600W output power.*

**Keywords:** Transmitter, VHF Radar, Power Amplifier

### Abstrak

Meningkatkan besar daya pemancar Radar VHF LAPAN merupakan tujuan utama penelitian tahun ini. Daya radar merupakan salah satu parameter yang sangat penting untuk mendeteksi objek-objek yang sangat lembut di atmosfer seperti turbulensi dan angin. Tulisan ini menjelaskan hasil dari pengembangan dan disain dari sistem pemancar 1.2 kW. Sistem pemancar yang baru dikembangkan disebut pemancar 3 (T-3) yang merupakan modifikasi sistem pemancar FM yang mudah diperoleh di pasaran. Disain sistem pemancar terdiri dari 2 tingkat, yang pertama merupakan penguat awal yang menghasilkan keluaran daya 20 W dan merupakan sebagai daya masukan ke tingkat ke-2 yang dapat menghasilkan daya keluaran 1.2 kW dengan menggunakan transistor MOSFET BLF-578, tegangan DC 52 volt dan arus 30 A. Sistem pemancar telah dan masih diuji dengan tegangan sinyal masukan 1500 mV, dimana sinyal mempunyai lebar pulsa 10 mikrodetik dan periode antar pulsa 100 mikrodetik, daya puncak keluaran yang diperoleh sebesar 600 W.

**Kata kunci :** Pemancar, Radar VHF, Penguat Daya

### 1. PENDAHULUAN

Radar merupakan sebuah sistem elektronik yang memancarkan sinyal radio dan menerima kembali sinyal radio tersebut yang dipantulkan dari objek tertentu. Untuk objek-objek yang keras seperti logam akan memantulkan sinyal dengan amplitudo yang besar, tetapi untuk objek-objek yang lembut yang merupakan dinamika atmosfer seperti turbulensi dan kecepatan angin akan memantulkan sinyal yang sangat kecil. Jika sinyal pantulan terlalu kecil, maka akan semakin sulit untuk menganalisa sinyal tersebut. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka diperlukan daya pancar

yang semakin besar. Saat ini radar VHF LAPAN mempunyai daya puncak pemancar 1 kW (pemancar 2). Daya ini relatif kecil untuk pengukuran dinamika atmosfer, sehingga diperlukan pemancar baru untuk menambah daya pancar. Spesifikasi dan hasil pengujian sistem pemancar 3 dijelaskan dalam tulisan ini.

## 2. TEORI

Di bawah ini ditunjukkan persamaan radar yang menjelaskan hubungan antara nilai parameter sistem radar. Bila daya dari pemancar radar dinotasikan dengan  $P_t$  (watt) dan jika antenna yang digunakan sebuah antenna isotropik, maka kerapatan daya  $\frac{(\text{watt})}{(\text{satuan luas})}$  pada jarak  $R$  (m) dari radar sama dengan daya yang dipancarkan dibagi dengan luas permukaan  $4\pi R^2$  seperti Persamaan (1) [1]:

$$\text{Kerapatan daya} = \frac{P_t}{4\pi R^2} \quad (1)$$

Radar menggunakan antenna untuk mengarahkan daya yang dipancarkan  $P_t$  ke arah tertentu. Penguatan  $G$  antenna adalah suatu ukuran dari kenaikan daya yang dipancarkan ke arah target dibandingkan dengan daya yang dipancarkan dari antenna isotropik. Kerapatan daya pada target dari sebuah antenna dengan penguatan pancaran ditunjukkan Persamaan (2) [1]:

$$\text{Kerapatan daya} = \frac{P_t G}{4\pi R^2} \quad (2)$$

Target menerima sebagian dari daya yang dipancarkan dan memancarkannya kembali ke berbagai arah. Ukuran dari jumlah daya yang ditangkap target dan dipancarkan kembali ke arah radar dinotasikan sebagai *radar cross section* ( $\sigma$ ), dan didefinisikan dengan hubungan seperti ditunjukkan Persamaan (3) [1]:

$$P_r = \frac{P_t G}{4\pi R^2} \frac{\sigma}{4\pi R^2} \quad (3)$$

*Radar cross section* (RCS)  $\sigma$  mempunyai satuan luas. RCS adalah sebuah karakteristik dari target dan juga ukuran dari besarnya ketika dilihat oleh sistem radar. Antena penerima radar menangkap sebagian dari daya *echo*. Jika luas efektif dari antenna penerima dinotasikan dengan  $A_e$ , daya  $P_r$  yang diterima radar adalah seperti Persamaan (4) [1]:

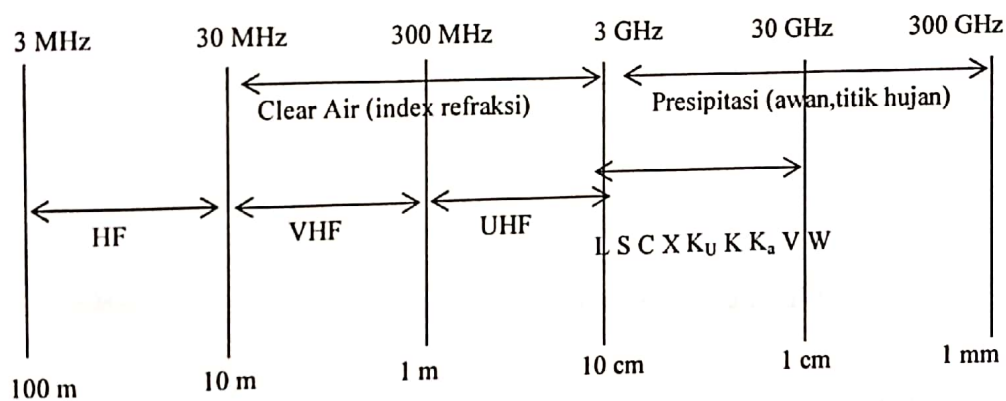
$$P_r = \frac{P_t G}{4\pi R^2} \frac{\sigma}{4\pi R^2} A_e = \frac{P_t G A_e}{(4\pi)^2 r^4} \sigma \quad (4)$$

Jarak maksimum  $R_{max}$  adalah jarak terjauh target yang masih bisa dideteksi radar. Kondisi itu terjadi ketika daya sinyal *echo*  $P_r$  sama dengan sinyal minimum yang masih bisa di deteksi  $S_{min}$ .

Dengan demikian jarak maksimum objek seperti ditunjukkan pada Persamaan (5) [1]:

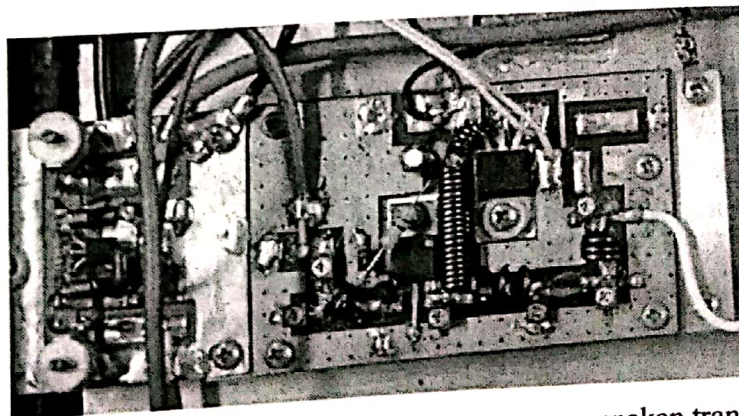
$$R_{max} = \left[ \frac{P_t G A_e \sigma}{(4\pi)^2 S_{min}} \right]^{1/4} \quad (5)$$

Gambar 1 menunjukkan frekuensi yang dapat digunakan untuk radar cuaca yaitu untuk target yang keras dan target yang lembut. Target keras adalah seperti partikel awan, bintang hujan, sedangkan target lembut seperti perubahan indeks refraksi, turbulensi [2].

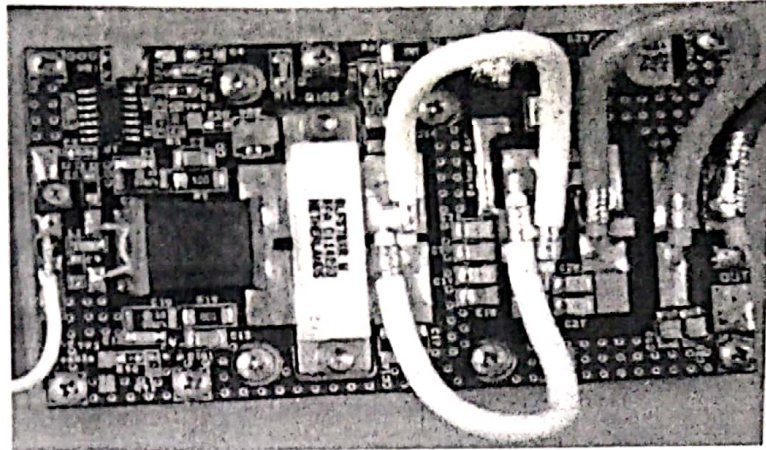


Gambar 1. Frekuensi untuk penelitian atmosfer [2]

### 3. SPESIFIKASI DAN DISAIN SISTEM PEMANCAR

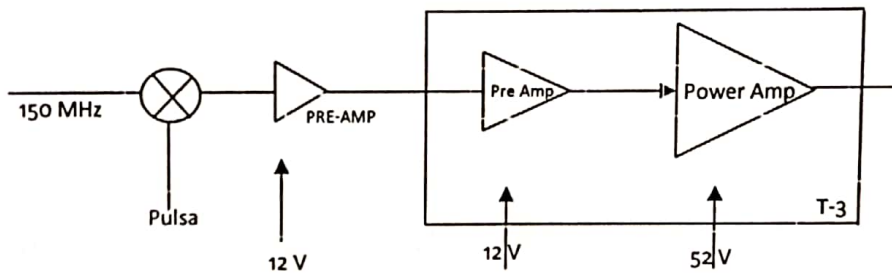


Gambar 2. Penguat awal pemancar dengan menggunakan transistor



Gambar 3. Rangkaian Penguat Akhir

Penguat akhir menggunakan transistor MOSFET BLF-578 dengan daya keluaran puncak sebesar 1.2 kW. Juga dilakukan perubahan panjang kabel coaxial di *power amplifier*, sehingga frekuensi kerjanya berubah menjadi 150 MHz dari frekuensi FM *broadcasting*.

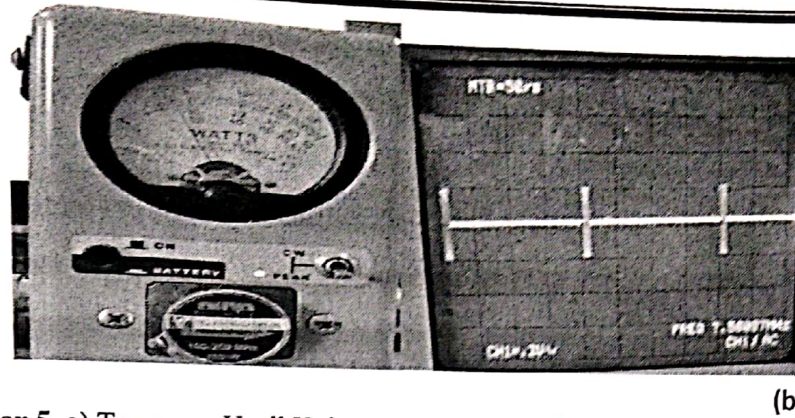


Gambar 4. Diagram garis sistem pemancar 3

Gambar 4 menunjukkan diagram garis sistem pemancar 3. Penguat akhir mendapat suplai tegangan DC sebesar 52 V dengan daya puncak 1.2 kW. Penguat awal diperlukan untuk *men-drive* penguat akhir dengan masukan daya sekitar 5-7 W. Photo dari penguat awal dan penguat akhir ditunjukkan pada gambar 3 dan 4. Untuk membangkitkan sinyal ber-pulsa maka diperlukan pencampur antara sinyal 150 MHz dan sinyal pulsa. Tegangan sinyal 150 MHz, yang merupakan keluaran sistem penerima dengan besar tegangan sebesar 1,12 Vpp.

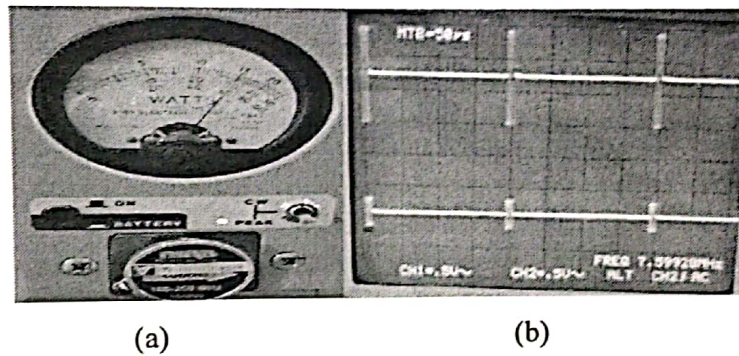
#### 4. HASIL DAN ANALISIS

Daya keluaran pencampur sebesar 12 dBm atau setara 16 mW. Daya ini masih relatif kecil sebagai masukan ke sistem pemancar 3.



(a) (b)  
Gambar 5. a) Tegangan Hasil Keluaran Pencampur b) Daya Keluaran Pemancar 3

Gambar 5 .a) menunjukkan tegangan keluaran pencampur dengan amplitudo sekitar 400 mV dan daya keluaran puncak sebesar 160 W. Daya keluaran pemancar masih sangat kecil, sehingga dilakukan pen-setting-an ulang pencampur. Hasil yang diperoleh ditunjukkan pada Gambar 6.



(a) (b)  
Gambar 6.a). Tegangan keluaran pencampur, b). daya keluaran pemancar 3

Dengan pen-setting-an ulang pencampur maka diperoleh nilai keluaran tegangan seperti ditunjukkan gambar 6.a. Tegangan kanal 1 sebesar berkisar 1400 mV (atas) dan tegangan kanal 2 berkisar 500 mV (bawah). Dengan besar tegangan tersebut, maka diperoleh besar daya seperti ditunjukkan gambar 6.b, sebesar 600 W. Daya keluaran sistem pemancar 3 belum sesuai dengan harapan, yaitu dengan daya pancar sebesar 1.2 kW. Kekurangan daya ini disebabkan daya keluaran penguat awal yang masih terlalu kecil. Ini menjadi penelitian selanjutnya.

## 5. KESIMPULAN

Daya pemancar radar yang besar diperlukan untuk target yang lunak dan jauh. Pemancar 3 dengan memodifikasi pemancar FM yang tersedia dipasaran telah berhasil dikembangkan. Sistem pencampur dengan tegangan keluaran sebesar 1400 mV membangkitkan daya keluaran pemancar sebesar 600 W.

**DAFTAR PUSTAKA**

Skolnik, M. (1981), *Introduction to Radar Systems*, McGraw-Hill Book Company, 3-4.

Yamamoto, M. (2008), *Lecture Topics : Basics of Radar Remote Sensing*, Bandung.