

RANCANG BANGUN BANDPASS FILTER DENGAN METODE INTERDIGITAL UNTUK MENGOPTIMALKAN SINYAL 4G LONG TERM EVOLUTION (LTE) PADA FREKUENSI 1,8 GHZ

Oleh : Yenniwati Rafsyam¹, Jonifan², Novelia Vegananda Putri³
(^{1,3})Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Telekomunikasi PNJ
Jalan Prof Dr. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425
(²) Staf Pengajar Universitas Gunadarma Jakarta.
Jl. Margonda Raya No. 100 Pondok Cina. Depok
E-mail : yenniwati.rafsyam@elektro.pnj.ac.id

Abstrak

Layanan mobile broadband terus berkembang seiring dengan meningkatnya mobilitas masyarakat dalam beraktivitas serta kebutuhan layanan internet. LTE adalah standar terbaru dalam teknologi jaringan seluler dan sebuah nama baru dari layanan yang mempunyai kemampuan tinggi dalam sistem komunikasi bergerak yang merupakan langkah menuju generasi ke-4 (4G) dari teknologi radio yang dirancang untuk meningkatkan kapasitas dan kecepatan jaringan telepon mobile. LTE bekerja di berbagai band frekuensi dan diantaranya pada band 1.8 GHz. Adanya kemajuan pada teknologi LTE, maka semakin banyak interferensi yang terjadi pada frekuensi. Sehingga, untuk memperbaiki hal tersebut maka diperlukan suatu filter untuk menyaring frekuensi yang diterima. Filter tersebut adalah jenis Bandpass Filter. Bandpass Filter adalah sebuah komponen pasif yang dipergunakan untuk meloloskan frekuensi frekuensi tertentu yaitu antara f_1 dan f_2 . Penggunaan bandpass filter pada komunikasi wireless sangat diperlukan, karena dapat mencegah terjadinya gangguan interferensi antar frekuensi. Pada penelitian ini dirancang sebuah bandpass filter untuk mengoptimalkan level sinyal 4G LTE dengan range frekuensi 1620-1980 MHz dengan frekuensi tengah 1.8 GHz. Metode yang digunakan adalah metode interdigital dengan 5 buah resonator. Pengujian bandpass filter ini dilakukan dengan menggunakan 4 provider berbeda dan 3 lokasi berbeda. Dari hasil pengujian tersebut diperoleh hasil bahwa bandpass filter dapat mengoptimalkan level sinyal sebesar 3 dB. Dalam hal ini, lokasi pengujian mempengaruhi kualitas level sinyal yang diterima. Semakin lokasi mendekati eNodeB provider maka level sinyal semakin baik.

Kata Kunci: 4G LTE, Bandpass Filter, frekuensi, 1.8 GHz

Abstract

Mobile broadband services continue to develop in line with the increasing mobility of the people in their activities and the need for internet services. LTE is the latest standard in cellular network technology and a new name for highly capable services in mobile communication systems, which is a step towards the 4th generation (4G) of radio technology designed to increase the capacity and speed of mobile telephone networks. LTE works in various frequency bands and among them is on the 1.8 GHz band. With advances in LTE technology, the more interference that occurs at frequencies. So, to improve this, a filter is needed to filter the received frequency. The filter is a type of Bandpass Filter. Bandpass filter is a passive component that is used to pass certain frequencies between f_1 and f_2 . The use of bandpass filters in wireless communication is very necessary, because it can prevent interference between frequencies. In this study, a bandpass filter was designed to optimize the 4G LTE signal level with a frequency range of 1620-1980 MHz with a center frequency of 1.8 GHz. The method used is the interdigital method with 5 resonators. Bandpass filter testing is carried out using 4 different providers and 3 different locations. From the test results, it is found that the bandpass filter can optimize the signal level by 3 dB. In this case, the test location affects the quality of the received signal level. The closer the location is to the eNodeB provider, the better the signal level.

Key words: 4G LTE, Bandpass Filter, frequency, 1.8 GHz

1. Pendahuluan

Long Term Evolution (LTE) adalah teknologi jaringan telekomunikasi berkecepatan tinggi dengan standar yang

telah diterapkan oleh 3GPP (Third Generation Partnership Project). Tujuan dari LTE adalah untuk meningkatkan

kapasitas dan kecepatan jaringan data nirkabel. (Gemiharto, Ilham. 2015) Dengan adanya teknologi *Long Term Evolution* (LTE) maka keinginan pengguna jasa telekomunikasi akan kebutuhan layanan data dapat terwujud dengan kemampuan pengiriman data mencapai kecepatan 100 Mbit/s. LTE akan berjalan dengan optimal jika menggunakan frekuensi yang ideal. *Range* frekuensi untuk LTE adalah 1620 MHz - 1980 MHz. (Firmansyah, Teguh, dkk. 2017) Dalam jaringan seluler 4G LTE pada daerah urban, sub urban ataupun rural berbeda karena sinyal mengalami pantulan yang berbeda disebabkan tingkat kepadatan rumah atau gedung yang berbeda. Banyaknya pantulan disepanjang saluran yang dilalui oleh sinyal akan menimbulkan redaman disepanjang saluran sehingga mempengaruhi kualitas level sinyal yang diterima. (Ulfah, Maria. 2016) Jarak antara *eNodeB* dengan *user* juga mempengaruhi kualitas level sinyal yang diterima oleh *user*.

Untuk mendukung teknologi LTE maka peranan filter juga sangat penting. Pada sistem komunikasi *wireless*, RF filter berguna untuk memisahkan sinyal informasi dan *noise*. Agar sinyal informasi dan *noise* dapat terpisah secara baik, maka diperlukan sebuah filter yang memiliki kinerja yang bagus.

Untuk mengikuti pertumbuhan teknologi nirkabel saat ini, maka pada Tugas Akhir ini dilakukan perancangan *Band Pass Filter* (BPF) yaitu filter yang dapat melewatkan sinyal pada frekuensi 1620 MHz - 1980 MHz untuk aplikasi LTE. BPF ini dirancang dengan menggunakan metode *Interdigital* dan respon frekuensi *chebysev*. Peralisasian BPF menggunakan elemen terdistribusi yaitu mikrostrip berbahan *FR-4 Epoxy* sebagai saluran transmisinya.

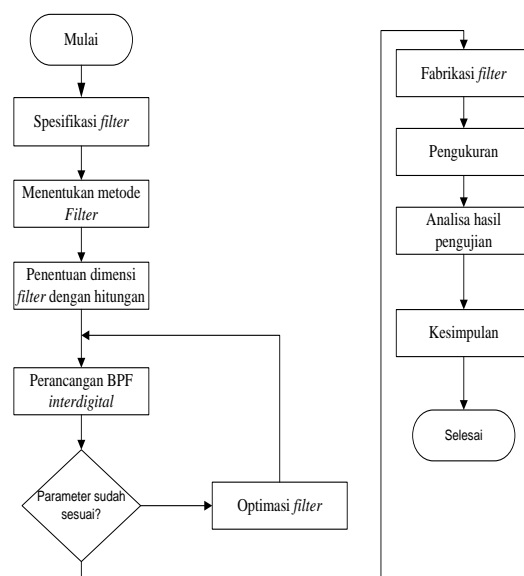
2. Metode Penelitian

Dengan adanya pertumbuhan teknologi LTE, maka pada penelitian ini akan dirancang dan direalisasikan sebuah bandpass filter yang dapat meloloskan frekuensi 1,8 GHz.

Penelitian ini membahas tentang fungsi *bandpass filter* untuk mengoptimalkan level sinyal 4G LTE. Dalam penelitian ini parameter yang akan diukur adalah *Reference Signal Received Power* (RSRP). RSRP adalah *power* dari sinyal *reference* atau kuat sinyal yang diterima oleh *User Equipment* (UE) dalam satuan dBm. Semakin nilai RSRP mendekati angka nol artinya semakin bagus. Nilai RSRP biasanya berkisar -70 dBm (sangat bagus/kuat) hingga -130 dBm (sangat lemah).

3. Perancangan *Bandpass Filter*

Tahap awal pembuatan bandpass filter adalah menentukan spesifikasi bandpass filter yang diinginkan, menentukan metode *bandpass filter*, kemudian melakukan perhitungan dimensi *bandpass filter*. Tahapan dalam perancangan bandpass filter interdigital dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir perancangan dan pembuatan *Bandpass Filter Interdigital*

Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menentukan ukuran desain *bandpass filter* :

Untuk mendapatkan *W* (lebar saluran resonator) dapat digunakan Persamaan 3.1 dan 3.2. Untuk $U = W/h < 2$:

$$\frac{W}{h} = \frac{8e^A}{e^{2A}-2} \left(\text{untuk } \frac{w}{h} < 2 \right) * h \quad (3.1)$$

Dengan

$$A = \frac{Z_c}{60} \left\{ \frac{\epsilon_r + 1}{2} \right\}^{0,5} + \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 1} 0,23 + \frac{0,11}{\epsilon_r} \quad (3.2)$$

Panjang 5 buah resonator dapat dihitung dengan persamaan 3.3 sampai 3.5 :

$$a = 1 + \frac{1}{49} \ln \left[\frac{u^4 + \left(\frac{u}{52}\right)^2}{u^4 + 0,432} \right] + \frac{1}{18,7} \ln \left[1 + \left(\frac{u}{18,1}\right)^3 \right] \quad (3.3)$$

$$b = 0,564 \left(\frac{\epsilon_r - 0,9}{\epsilon_r + 3} \right)^{0,053} \quad (3.4)$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + \frac{12}{u} \right)^{-ab} \quad (3.5)$$

Maka :

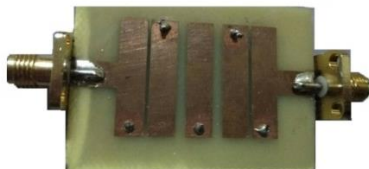
$$L = \frac{\lambda g}{4} = \frac{c}{4(f_0)\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (3.6)$$

Jarak antar resonator dapat dihitung dengan persamaan 3.7 dan 3.8.

$$Mi, i + 1 = \frac{FBW}{\sqrt{g_i \cdot g_{i+1}}} \quad (3.7)$$

$$FBW = \frac{w_H + w_L}{w_0} = \frac{2\pi f_H + 2\pi f_L}{2\pi f_0} \quad (3.8)$$

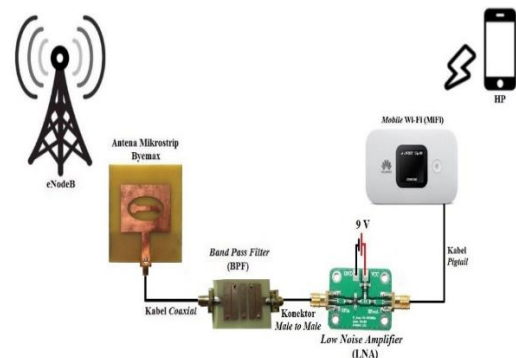
Gambar 2, memperlihatkan desain *bandpass filter* yang digunakan untuk mengoptimalkan level sinyal 4G.



Gambar 2. Desain *Bandpass Filter*

4. Hasil dan Pembahasan

Bandpass Filter digunakan untuk mengoptimalkan sinyal 4G LTE yang diterima oleh antenna mikrostrip. *Bandpass filter* terhubung dengan antenna mikrostrip menggunakan kabel coaxial 50 ohm untuk menyaring frekuensi dan meredam noise yang diterima oleh antenna. Selanjutnya *bandpass filter* dikuatkan kembali menggunakan *Low Noise Amplifier*, lalu terhubung dengan MiFi menggunakan kabel pigtail. Untuk melihat bagaimana kondisi level sinyal, maka harus terhubung dengan MiFi dengan membuka alamat ip (192.168.8.1) pada *handphone*. Berikut ini adalah *set up* rangkaian pengujian *bandpass filter* seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Set Up Rangkaian Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 4 provider berbeda yaitu Tri, XL, Indosat dan Telkomsel dan 3 lokasi berbeda (Lab Telkom, Cimanggis Depok dan Jl. Swadaya Beji). Pengujian ini dilakukan untuk melihat bagaimana kualitas level sinyal yang diterima oleh masing-masing provider. Untuk membandingkan perubahan level sinyal

yang diterima, pengujian ini dilakukan dengan 5 kondisi yaitu saat kondisi sebelum dan sesudah dipasangkan antenna mikrostrip Byemax, saat kondisi tanpa dan dengan menggunakan BPF serta saat kondisi keseluruhan (antena, BPF, dan LNA). Berikut ini adalah hasil pengujian level sinyal terlihat pada Tabel 1 sampai Tabel 4.

Tabel 1. Hasil Pengujian Level Sinyal *Provider* Tri

Kondisi	Pengujian	Lab Telkom	Cimanggis Depok	Jl. Swadaya Beji
Default MiFi	RSRP (dBm)	-92	-92	-88

Antena Mikrostrip + MiFi	RSRP (dBm)	-88	-86	-83
Antena Mikrostrip + BPF + MiFi	RSRP (dBm)	-91	-89	-86
Antena Mikrostrip LNA + MiFi	RSRP (dBm)	-79	-75	-78
Antena Mikrostrip+BPF+LNA+ MiFi	RSRP (dBm)	-76	-70	-75

Pada Tabel 1 didapatkan hasil pengujian level sinyal dengan menggunakan *provider* Tri yang dilakukan dengan 5 kondisi berbeda dan 3 lokasi berbeda. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan hasil terbaik pada kondisi terakhir yaitu pada saat antena mikrostrip terhubung dengan BPF, LNA dan MiFi. Hal tersebut dikarenakan dalam

kondisi ini BPF telah menyaring sinyal dan meredam *noise* dari sinyal tersebut. Hasil terbaik yang didapat yaitu -70 dBm pada lokasi Cimanggis Depok. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, seperti kondisi eNodeB yang dekat dengan *user*, kondisi trafik yang tidak terlalu penuh dan lokasi pengujian yang sedikit *obstacle*.

Tabel 2. Hasil Pengujian Level Sinyal *Provider* XL

Kondisi	Pengujian	Lab Telkom	Cimanggis Depok	Jl. Swadaya Beji
Default MiFi	RSRP (dBm)	-96	-89	-97
Antena Mikrostrip + MiFi	RSRP (dBm)	-90	-82	-93
Antena Mikrostrip + BPF + MiFi	RSRP (dBm)	-93	-85	-96
Antena Mikrostrip LNA + MiFi	RSRP (dBm)	-78	-73	-84
Antena Mikrostrip+BPF+LNA+ MiFi	RSRP (dBm)	-76	-69	-79

Pada Tabel 2 didapatkan hasil pengujian level sinyal dengan menggunakan *provider* XL yang dilakukan dengan 5 kondisi berbeda dan 3 lokasi berbeda. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan hasil terbaik pada kondisi terakhir yaitu pada saat antena mikrostrip terhubung dengan BPF, LNA dan MiFi. Hal tersebut dikarenakan

dalam kondisi ini BPF telah menyaring sinyal dan meredam *noise* dari sinyal tersebut. Hasil terbaik yang didapat yaitu -69 dBm pada lokasi Cimanggis Depok. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, seperti kondisi eNodeB yang dekat dengan *user*, kondisi trafik yang tidak terlalu penuh dan lokasi pengujian yang sedikit *obstacle*.

Tabel 3. Hasil Pengujian Level Sinyal *Provider* Indosat

Kondisi	Pengujian	Lab Telkom	Cimanggis Depok	Jl. Swadaya Beji
Default MiFi	RSRP (dBm)	-92	-90	-88
Antena Mikrostrip + MiFi	RSRP (dBm)	-87	-90	-85
Antena Mikrostrip + BPF + MiFi	RSRP (dBm)	-90	-93	-88
Antena Mikrostrip LNA + MiFi	RSRP (dBm)	-82	-84	-79
Antena Mikrostrip+BPF+LNA+ MiFi	RSRP (dBm)	-79	-80	-77

Pada Tabel 3 didapatkan hasil pengujian level sinyal dengan menggunakan *provider* Indosat yang dilakukan dengan 5 kondisi berbeda dan 3 lokasi berbeda. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan hasil terbaik pada kondisi terakhir yaitu pada saat antena mikrostrip terhubung dengan BPF, LNA dan MiFi. Hal tersebut dikarenakan dalam kondisi ini BPF telah menyaring

sinyal dan meredam *noise* dari sinyal tersebut. Hasil terbaik yang didapat yaitu -77 dBm pada lokasi Jl. Swadaya Beji. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, seperti kondisi eNodeB yang dekat dengan *user*, kondisi trafik yang tidak terlalu penuh dan lokasi pengujian yang sedikit *obstacle*.

Tabel 4. Hasil Pengujian Level Sinyal *Provider* Telkomsel

Kondisi	Pengujian	Lab Telkom	Cimanggis Depok	Jl. Swadaya Beji
Default MiFi	RSRP (dBm)	-101	-98	-90
Antena Mikrostrip + MiFi	RSRP (dBm)	-96	-94	-86
Antena Mikrostrip + BPF + MiFi	RSRP (dBm)	-99	-97	-89
Antena Mikrostrip LNA + MiFi	RSRP (dBm)	-80	-76	-75
Antena Mikrostrip+BPF+LNA+ MiFi	RSRP (dBm)	-76	-73	-71

Pada Tabel 4 didapatkan hasil pengujian level sinyal dengan menggunakan *provider* Telkomsel yang dilakukan dengan 5 kondisi berbeda dan 3 lokasi berbeda. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan hasil terbaik pada kondisi terakhir yaitu pada saat antena mikrostrip terhubung dengan BPF, LNA dan MiFi. Hal tersebut dikarenakan dalam kondisi ini BPF telah

menyaring sinyal dan meredam *noise* dari sinyal tersebut. Hasil terbaik yang didapat yaitu -71 dBm pada lokasi Jl. Swadaya Beji. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, seperti kondisi eNodeB yang dekat dengan *user*, kondisi trafik yang tidak terlalu penuh dan lokasi pengujian yang sedikit *obstacle*.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat terlihat perbedaan pada masing-masing provider di lokasi yang berbeda dan pada kondisi yang berbeda. Hasil terbaik didapat pada kondisi antenna mikrostrip terhubung dengan BPF, LNA dan MiFi. Pada pengujian tersebut diketahui bahwa filter dapat mengoptimalkan sinyal sebesar 3 dB dari kondisi sebelumnya saat antenna mikrostrip terhubung dengan LNA dan MiFi. RSRP semakin baik ketika nilainya mendekati nilai 0. Nilai RSRP terbaik didapatkan pada *provider* XL dengan nilai -69 dBm pada lokasi Cimanggis Depok. RSRP dipengaruhi oleh letak lokasi, semakin *user* dekat dengan *eNodeB* maka RSRP yang diperoleh akan semakin baik.

Wahyu, Yuyu, dkk. “Perancangan dan Realisasi BPF-Interdigital-Cavity Pada Frekuensi 2,3 GHz – 2,4 GHz”. Bandung : Universitas Telkom.

DAFTAR PUSTAKA

- Firmansyah, Teguh, dkk., 2017. “Rancang Bangun *Bandpass Filter* Untuk Aplikasi *Long Term Evolution* (LTE) Frekuensi 1,8 GHz”. Banten : Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Gemiharto, Ilham., 2015. “Teknologi 4G-LTE dan Tantangan Konvergensi Media di Indonesia”. Bandung : Universitas Padjajaran
- Indra, Dermawan., 2016. “Perancangan dan Realisasi *Dualband Bandpass Filter* Jaringan 4G LTE Frekuensi *Uplink* dan *Downlink* 1800 MHz dan 2600 MHz dengan Metode *Square Open Loop Resonator*”. Jakarta : Universitas Mercu Buana.
- Sauter, Martin, 2011. *From GSM to LTE*. United Kingdom: John Wiley & Sons,Ltd.
- Sitompul, F.C. and Rambe, A.H. 2014, “Rancang Bangun *BAND PASS FILTER* dengan Metode *Hairpin* Menggunakan Saluran Mikrostrip untuk Frekuensi 2,4-2,5 GHz”. https://jurnal.usu.ac.id/singuda_ensikom/article/viewFile/7478/4013 . [diakses pada tanggal 15 Maret 2018]