

ANALISIS PERANCANGAN ANTENA COLLINEAR SEBAGAI REPEATER RADIO PADA PETROCHINA GERAGAI AREA

Thomas Alfa Edison^{1*}, Abdul Haris Dalimunthe²

¹ Teknik Elektro, Universitas Sriwijaya, Indralaya

³ Teknik Elektro, Universitas Sriwijaya

Corresponding author: edison.thomas52@gmail.com

ABSTRAK: Penggunaan antena collinear sebagai repeater radio yang digunakan pada Petrochina Internasional Jabung Ltd. Membahas tentang karakteristik gain dari antena tersebut yang di analisa menggunakan aplikasi cst studio, parameter-parameter yang perlu diamati seperti nilai VSWR dan RSSI dan pembangunan infrastruktur antena tersebut hingga bisa digunakan sebagai repeater radio.

Kata Kunci: Spektrum, Duplex, VSWR, RSSI

ABSTRACT: The use of a collinear antenna as a radio repeater at Petrochina International Jabung Ltd. involves discussing the gain characteristics of the antenna, which are analyzed using the CST Studio application. Parameters that need to be observed include values of VSWR (Voltage Standing Wave Ratio) and RSSI (Received Signal Strength Indicator), as well as the construction of the antenna infrastructure until it can be used as a radio repeater.

Key Words: Spectrum, Duplex, VSWR, RSSI

PENDAHALUAN

PetroChina Geragai Area, sebagai bagian integral dari jaringan industri minyak dan gas global, memiliki peran sentral dalam menyediakan sumber daya energi yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan dunia saat ini. Dalam dinamika industri ini, penggunaan perangkat komunikasi bergerak, seperti Handy Transceiver, telah menjadi faktor kunci dalam mengoptimalkan aliran informasi yang sangat penting. Kelebihannya dalam memberikan komunikasi yang sederhana, efisien, dan instan telah memperkuat daya saing dan efisiensi operasional di PetroChina Geragai Area. Dalam kerangka ini, penelitian yang difokuskan pada pemanfaatan Handy Transceiver di lingkungan PetroChina Geragai Area merupakan langkah strategis untuk memahami peran penting perangkat ini dalam meningkatkan kinerja industri. Melalui jurnal ini, kami akan mengeksplorasi dampak positif penggunaan Handy Transceiver, baik dalam meningkatkan efisiensi operasional maupun dalam meningkatkan komunikasi di seluruh rantai pasokan minyak dan gas. Dengan mempertimbangkan kompleksitas dan tuntutan khusus dari industri minyak dan gas, analisis mendalam terhadap penggunaan Handy Transceiver di PetroChina Geragai Area akan memberikan wawasan yang berharga untuk memajukan praktik terbaik dan mengatasi tantangan khusus yang

dihadapi oleh para profesional dalam sektor ini (Saleh, Nurcahyo et al. 2019).

TINJAUAN PUSTAKA

1. Local Radio Repeater

Local Radio Repeater merupakan sebuah sistem repeater yang dibuat pada lokasi tertentu untuk tujuan tertentu sedangkan repeater sendiri berperan sebagai alat yang bertujuan untuk memperluas cakupan sinyal komunikasi dari radio rig dan Handy Talky (HT). Perangkat ini beroperasi dengan menerima sinyal radio, memperkuatnya, dan selanjutnya mengirimkannya kembali dengan kekuatan yang lebih tinggi (Bărtușică et al. 2022).

2. Combiner

Combiner adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk menggabungkan beberapa sinyal input dari sebuah frekuensi berbeda dari berbagai sumber menjadi satu sinyal output tunggal. Prinsip kerjanya adalah dengan menggabungkan daya atau sinyal dari berbagai frekuensi yang berbeda sehingga mereka dapat dibawa melalui satu jalur transmisi atau diteruskan ke satu antena tanpa menyebabkan interferensi atau gangguan satu sama lain (Wang et al. 2014)

3. Antena Collinear

Antena Collinear merupakan suatu jenis antena yang terdiri dari rangkaian antena dipole yang diatur secara

berseri menjadi satu sistem antena yang terpadu. Dalam konfigurasi ini, antena dipole disusun dalam suatu rangkaian yang membentuk kesatuan, dan hal ini menghasilkan penguatan gain yang signifikan. Dengan kata lain, semakin banyak elemen antena dipole yang disusun dalam rangkaian, maka gain yang dihasilkan juga semakin besar. Teknik pengaturan antena dipole dalam satu rangkaian antena Collinear bertujuan untuk mengoptimalkan efisiensi dan kinerja antena. Dalam rangkaian ini, sinyal yang dihasilkan dari setiap elemen dipole saling berinteraksi dan memperkuat satu sama lain, yang mengakibatkan peningkatan penguatan sinyal secara keseluruhan (Ardiansyah1 et al. 2016)

4. Receiver Multicoupler

Receiver Multicoupler adalah sebuah perangkat yang memungkinkan penghubungan beberapa radio penerima ke sebuah antena tunggal. Dalam praktiknya, perangkat ini memiliki kemampuan untuk memisahkan sinyal input tunggal yang diterimanya dari antena menjadi beberapa sinyal terpisah, yang memiliki tingkat isolasi port-to-port yang tinggi. Pemanfaatan Receiver Multicoupler merupakan metode yang efektif untuk mengoptimalkan penggunaan antena Receiver (penerima) dalam suatu sistem. Dengan menggunakan Receiver Multicoupler, efisiensi dalam penggunaan antena dapat ditingkatkan secara signifikan. Konsep ini sangatlah berharga dalam situasi di mana terdapat beberapa perangkat penerima yang perlu terhubung dengan antena yang sama. Dengan menggunakan perangkat ini, sinyal dari berbagai perangkat penerima dapat diarahkan menuju satu antena utama tanpa terjadi interferensi (Simamora, Elektro & Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin 2022)

5. Tower BTS

BTS singkatan dari Base Transceiver Station atau sering disebut sebagai stasiun pemancar, juga kadang-kadang disebut Base Station (BS) atau Radio Base Station (RBS). BTS adalah salah satu komponen infrastruktur krusial dalam industri telekomunikasi yang memiliki peran penting dalam mendukung komunikasi nirkabel antara jaringan operator dengan perangkat komunikasi. Perlu diketahui bahwa peran utama dari BTS adalah mengirimkan dan menerima sinyal radio kepada perangkat komunikasi seperti telepon rumah, ponsel, dan berbagai perangkat lainnya. Kemudian sinyal radio ini diubah menjadi sinyal digital dan dikirimkan ke perangkat terminal lainnya untuk membentuk pesan atau data. Terkadang, banyak orang keliru dalam mengartikan apa yang sebenarnya dimaksud dengan BTS. Seringkali, mereka mengira bahwa menara BTS adalah BTS itu sendiri. Sebenarnya, menara BTS adalah salah satu komponen dari perangkat BTS. Menara tersebut biasanya terbuat dari besi atau pipa, dan ada berbagai bentuk yang mungkin digunakan dalam pembuatan menara BTS, seperti kaki segi empat, kaki segitiga, atau bahkan hanya

berupa pipa panjang. Panjang menara BTS biasanya bervariasi antara 40 hingga 75 meter, tergantung pada daerahnya, kondisi geografis, dan cakupan jaringan yang diperlukan lebih baik (Rizkyanto et al. 2022)

6. Kabel Coaxial

Kabel Coaxial merupakan salah satu jenis media transmisi yang digunakan untuk mengirim daya listrik pada frekuensi tinggi. Gambar 1 menunjukkan konfigurasi dari kabel koaksial. Salah satu karakteristik utama dari kabel koaksial adalah bahwa semakin besar diameter kabel, semakin kecil redaman yang dimilikinya. Dalam kasus penggunaan kabel dengan ukuran dan jenis yang sama, frekuensi yang lebih tinggi akan menghasilkan redaman yang lebih besar daripada frekuensi yang lebih rendah. Struktur kabel koaksial meliputi lapisan luar berupa jaket PVC, lapisan dielektrik sebagai isolator, dan konduktor tengah yang terbuat dari tembaga. Sinyal dikirimkan melalui aliran listrik yang mengalir pada konduktor tengah. Untuk menghindari interferensi, kabel koaksial menggunakan Braid Shield sebagai lapisan pelindung untuk mencegah kebocoran gelombang aliran listrik ke dalam atau keluar dari konduktor. Redaman kabel dipengaruhi oleh karakteristik permitivitas dan permeabilitas dari bahan yang digunakan pada lapisan dalam, isolator dielektrik, lapisan luar, dan juga tebalnya jaket (Setyasaputra et al. 2017)

7. VSWR

VSWR atau "Voltage Standing Wave Ratio," didefinisikan sebagai perbandingan antara tegangan maksimum dan tegangan minimum dari gelombang berdiri pada saluran transmisi. Rentang nilai VSWR berkisar dari 1 hingga tak terhingga (∞). Semakin tinggi nilai VSWR, semakin besar ketidakcocokan (mismatch), dan semakin rendah nilai VSWR, semakin cocok antena tersebut. Dalam konteks perancangan, antena biasanya memiliki impedansi masukan yang biasanya bernilai 50Ω atau 75Ω . Keadaan kecocokan (matching) antara antena dan saluran transmisi terjadi ketika tidak ada gelombang berdiri yang terbentuk, ditandai dengan nilai $VSWR = 1$. Oleh karena itu, VSWR juga dapat diartikan sebagai ukuran yang menunjukkan sejauh mana antena sesuai (matching) dengan jalur transmisi yang digunakan. Koefisien pantul sangat mempengaruhi besarnya nilai VSWR antena, dan melalui nilai VSWR ini, dapat diidentifikasi kualitas antena, apakah baik atau buruk (Yuwono 2010)

8. Spektrum Frekuensi

Spektrum frekuensi radio merupakan segmen dari spektrum elektromagnetik yang terdiri dari frekuensi-frekuensi radio. Spektrum frekuensi radio sendiri merujuk pada berbagai frekuensi yang digunakan dalam komunikasi nirkabel. Dalam konteks ini, pita frekuensi radio adalah subdivisi dalam spektrum frekuensi radio yang mencakup sejumlah frekuensi dalam rentang tertentu. Pita frekuensi radio ini dapat diartikan sebagai

bagian dari spektrum frekuensi radio yang memiliki lebar tertentu dan digunakan untuk berbagai keperluan komunikasi dan transmisi data. Pada telekomunikasi nirkabel spektrum frekuensi radio sangatlah diperlukan baik dari teknologi GSM ataupun CDMA. Spektrum frekuensi radio sendiri merupakan teknologi dengan sumber daya yang terbatas, karena penggunaannya hanya frekuensi tertentu yang dapat digunakan untuk telekomunikasi, internet ataupun penyiaran. Keterbatasan tersebut membuat pemerintahan mengharuskan membuat regulasi untuk mengatur sumber daya tersebut. - macam (Sitompul 2013)

9. RSSI

RSSI adalah parameter yang digunakan untuk mengukur sejauh mana indikasi relatif tentang performa unit sensor serta koneksi ke titik akses dalam jaringan nirkabel. RSSI digunakan sebagai alat untuk mengevaluasi kualitas koneksi dalam perangkat transceiver yang digunakan dalam komunikasi data nirkabel. Keandalan sinyal bergantung pada beberapa faktor, termasuk daya keluaran dari perangkat pengirim (kekuatan sinyal asli), kemampuan sensitivitas dari perangkat penerima (bagaimana perangkat penerima mendeteksi sinyal yang lemah), dan juga peningkatan yang diberikan oleh antena yang digunakan dalam memperkuat sinyal tersebut. Besaran kekuatan sinyal ini biasanya diukur dalam satuan dBm. Penting untuk dicatat bahwa karena adanya redaman sinyal oleh faktor-faktor di sekitarnya, nilai RSSI dinyatakan dalam bentuk bilangan negatif. Dengan kata lain, semakin dekat perangkat pelacak (tag) ke perangkat pembaca (reader), maka nilai RSSI akan mendekati nol atau semakin positif. Namun, sebaliknya, jika tag semakin menjauh dari reader, nilai RSSI yang negatif akan semakin besar (Mujadin et al. 2015)

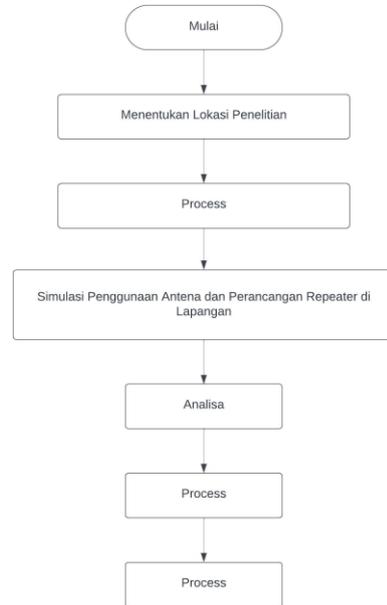
10. CST Studio

CST Studio Suite adalah sebuah paket perangkat lunak untuk analisis elektromagnetik yang telah dikembangkan oleh Dassault Systèmes. Perangkat lunak ini digunakan untuk keperluan merancang, menganalisis, dan mengoptimalkan berbagai sistem elektromagnetik. CST Studio Suite mengintegrasikan beragam pemecah masalah yang berbeda dalam satu antarmuka pengguna yang komprehensif. Hal ini memungkinkan pengguna untuk melakukan simulasi kinerja berbagai sistem elektromagnetik, baik dalam domain frekuensi rendah maupun frekuensi tinggi. Ada berbagai macam analisis elektromagnetik yang bisa dilakukan pada CST Studio seperti, Desain antena dan filter, efek Elektromagnetik terhadap tubuh manusia, analisis efek termal pada perangkat berdaya tinggi dan berbagai macam penyelesaian masalah elektromagnetik lainnya (Fereidouni et al. 2022)

METODE

1. Alur Perancangan

Perancangan Penelitian ini mempunyai beberapa langkah terkait penyelesaiannya, informasi akan dipresentasikan melalui diagram alir yang tercantum dalam gambar 1 dibawah ini



Gambar 1. Alur Perancangan Penelitian

2. Penentuan Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini kami memfokuskan penggunaan antena collinear sebagai repeater radio di wilayah Petrochina Geragai Area



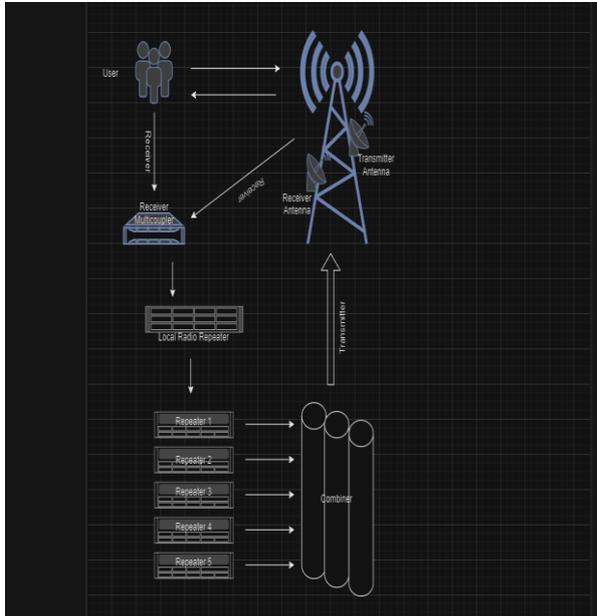
Gambar 2. Lokasi Perusahaan

3. Pengambilan Data di Lapangan

Data yang diambil merupakan data yang diambil langsung dari perusahaan tersebut.

4. Simulasi Perancangan Repeater Radio pada Petrochina Geragai Area

Perancangan dengan membuat proses diagram alur pada Petrochina Geragai Area.



Gambar 3. Diagram Perancangan Repeater Radio

Tabel 1. Perangkat dan Komponen Repeater Radio Petrochina Geragai Area

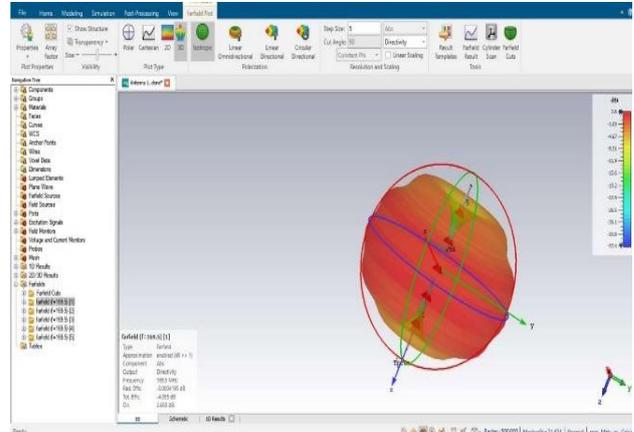
No.	Perangkat/Komponen	Jumlah
1	Antena Collinear	2 pcs
2	Repeater	5 pcs
3	Receiver Multicoupler	1 pcs
4	Combiner	3 pcs
5	Polyphaser RF	1 pcs

PEMBAHASAN

1. ANALISA PENGGUNAAN ANTENA COLLINEAR SEBAGAI REPEATER PADA PETROCHINA GERAGAI AREA

Perhatikan Antena Collinear adalah jenis antena yang dipilih oleh Perusahaan sebagai media untuk menerima (receive) dan mengirim (transmit) sinyal radio komunikasi. Penggunaan jenis antena ini telah disesuaikan dengan kebutuhan yang dibutuhkan perusahaan. Antena Collinear ini sendiri merupakan salah satu jenis dari antena Dipole Wire Vertical karena pada dasarnya antena collinear ini merupakan susunan dari sebuah batang dipole yang disusun secara vertical, tentu panjang pendeknya antena ini memiliki pengaruh terhadap performa gain dari radiasi antena tersebut. Antena ini dirancang khusus agar menghasilkan gelombang radio dengan polarisasi vertical dan memiliki

karakteristik omnidirectional artinya antena ini dapat menerima dan mengirim sinyal secara 360 derajat. Untuk membuktikannya saya melakukan percobaan dengan mendesain antena tersebut. Perhatikan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Pola Radiasi Antena

Dari gambar diatas bisa dilihat bahwa pola radiasi dari antena tersebut memang benar dipancarkan secara vertical dan berkarakteristik omnidirectional atau berbentuk seperti sebuah donat. Selain mengetahui pola radiasi antena tersebut ada beberapa parameter utama yang harus diperhatikan dari penggunaan antena tersebut. Berikut merupakan contoh pengamatan yang dilakukan terhadap parameter penting dalam penggunaan antena tersebut seperti nilai VSWR dan RSSI. VSWR sendiri berfungsi untuk mengukur sinyal yang dipancarkan maupun diterima oleh antena dalam hal ini VSWR berperan dalam menilai kecocokan dengan impedansi transmisi. Nilai VSWR sendiri dapat berkisar antara 1 sampai tak hingga. Nilai 1 menggambarkan bahwa antena tersebut tidak memiliki refleksi sehingga semua energi yang dipancarkan ataupun diterima oleh antena tanpa adanya pantulan. Idelnya nilai maksimal VSWR yang layak digunakan adalah 2. pada pengamatan yang dilakukan terhadap antena collinear yang digunakan pada perusahaan memiliki nilai VSWR 1.1:1 dimana nilai tersebut hampir mendekati 1, tentu nilai tersebut hampir mendekati nilai sempurna. Pengamatan terhadap nilai RSSI sendiri dilakukan untuk mengetahui terkait kekuatan sinyal antara yang dikirim ataupun terima.

2. Cara Kerja Penggunaan Antena Collinear Sebagai Repeater Komunikasi Radio Petrochina Geragai Area
Penggunaan Repeater dalam sebuah komunikasi radio sangatlah penting terutama didalam sebuah perusahaan, dimana repeater berfungsi sebagai perangkat yang digunakan untuk memperluas komunikasi radio. pada umumnya cara kerja repeater adalah dengan menerima sinyal yang lemah dari dari berbagai titik tertentu dan kemudian memperkuatnya dan mengirim

ulang sinyal tersebut. Pada petrochina geragai area konfigurasi repeater menggunakan 2 buah antena yang terpisah antara antena receiver ataupun antena transmitter dengan menggunakan sistem komunikasi duplex. Pada akhirnya penggunaan repeater ini akan berdampak pada komunikasi antara pengguna akhir dimana komunikasi menggunakan handy talky akan berjalan dengan lancar. Pada bagian ini, saya akan membahas konfigurasi dan komponen yang digunakan dalam implementasi antena sebagai repeater komunikasi radio di Petrochina Geragai Area. Konfigurasi ini melibatkan dua antena collinear yang bertindak sebagai transmitter dan receiver, serta komponen seperti Repeater, Combiner, Receiver Multicoupler, kabel coaxial heliax 7/8, Polyphaser Rf, dan kabel coaxial heliax Andrew 1/4.

2.1 Konfigurasi Antena Collinear sebagai Transmitter dan Receiver

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, konfigurasi ini melibatkan dua antena collinear yang ditempatkan pada sebuah tower. Dimana antena receiver diletakkan di paling atas dari tower tersebut sedangkan antena transmitter diletakkan dibawahnya. Posisi antena receiver ditempatkan di puncak tower memungkinkan untuk penerimaan sinyal yang lebih baik, karena ketinggian tersebut dapat mengurangi hambatan dalam propagasi sinyal, dan dengan memberikan jarak dalam pemasangan antena transmitter resiko interferensi antara antena receiver dan transmitter dapat dikurangi. Jika antena transmitter diletakkan terlalu dekat dengan antena receiver, sinyal yang kuat dari antena transmitter dapat mengganggu atau merusak sinyal penerima. Dengan menjaga jarak yang cukup antara kedua antena ini, potensi untuk gangguan sinyal dapat diminimalkan.

2.2 Peran Tabung Combiner dalam menghimpun sinyal transmisi

Setelah terkonfigurasi posisi peletakan antena, masuk ke dalam Telecom Room. Pada Petrochina Geragai Area menggunakan 5 unit repeater dimana output berupa sinyal transmit memiliki output dengan rentang frekuensi yang berdekatan yaitu antara 152Mhz – 158Mhz jika dikulik lebih dalam rentang frekuensi tersebut sangatlah banyak dimana sebagai contoh saat kita mengulik di rentang frekuensi 152Mhz, dari frekuensi itu terbagi lagi dalam beberapa section seperti 152.0.0.1 Mhz dst. tentu setelah mengetahui hal itu, rentang frekuensinya sangatlah banyak. Dari rentang frekuensi itu kemudian akan di input pada tabung combiner tersebut agar bisa diolah untuk mentransmitkan frekuensi yang dimaksud, terdapat beberapa tabung yang mempunyai olah frekuensi berbeda. Beberapa input dari rentang frekuensi tersebut kemudian akan di himpun menjadi output transmisi tunggal yang nantinya akan dihubungkan ke antena transmitter melalui perantara kabel coaxial. Tentu penggunaan combiner ini memiliki fungsi dan

keuntungan seperti pengoptimalan spektrum frekuensi, penyederhanaan infrastruktur mengurangi interferensi dan mendukung untuk sistem yang lebih kompleks.

2.3 Receiver Multicoupler: Penggabungan Sinyal dari Antena Receiver

Selanjutnya pada sistem penerima(receiver) menggunakan satu unit receiver multicoupler, receiver multicoupler merupakan komponen penting dalam melibatkan penerimaan sinyal dari berbagai macam sumber contohnya dalam komunikasi yang menggunakan handy talky berbagai macam sinyal tersebut akan diolah disini. Fungsi dari receiver multicoupler ini sendiri adalah untuk menggabungkan, memperkuat, dan mendistribusikan sinyal-sinyal yang diterima oleh antena receiver. Ini memberikan efisiensi dalam distribusi ataupun pengelolaan sinyal, dan membantu dalam menjaga kualitas sinyal yang diterima.

2.4 Penggunaan Kabel Coaxial Heliac 7/8, Heliac Andrew dan Polyphaser RF

Penggunaan kabel coaxial juga memiliki peran penting dalam menghubungkan komponen-komponen sistem. Kabel coaxial heliax 7/8 digunakan untuk menghubungkan dari Antena langsung ke Hub Polyphaser RF, sementara kabel heliax Andrew 1/4 digunakan untuk menghubungkan sinyal dari Polyphaser Rf ke base station. Polyphaser Rf sendiri berfungsi sebagai sistem anti petir. Kedua jenis kabel ini dipilih berdasarkan karakteristik mereka yang memungkinkan transmisi sinyal yang andal dan perlindungan terhadap risiko kerusakan akibat petir.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat penulis simpulkan selama melakukan kerja praktik yang telah penulis ikuti di Petrochina Internasional Jabung Ltd. pada bagian Geragai Area:

1. Pada penggunaan Antena Collinear panjang dari antena tersebut mempengaruhi performa gain yang dihasilkan.
2. Pengamatan terhadap nilai VSWR sebelum pemasangan antena tersebut sangat diperlukan untuk mengetahui kualitas performa dari antena tersebut.
3. Pengamatan rutin terhadap nilai RSSI sangat diperlukan untuk melihat apakah ada gangguan external yang terjadi pada antena.
4. Segala Konfigurasi antena yang telah dipakai pada perusahaan

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah1, F., Mariyanto, S., Sasongko2, A. & Zainuddin, A., 2016 Desain dan Realisasi Antena Array Mikrostrip Collinear 4 Elemen Untuk Aplikasi Wireles Lan Outdour 2,44 GHz Antenna

Design And Realization Microstrip Colline Ararray
4 Elementsfor Outdoor Wireless Lan Applications
2.44 Ghz Antenna Design And Realization
Microstrip Colline Ararray 4 Elementsfor Outdoor
Wireless Lan Applications 2.44 Ghz, vol. 3.

- Bărtușică, R.G., Mihai, M., Halunga, S. & Fratu, O., 2022, 'Radio Frequency over Fibre Optics Repeater for Mission-Critical Communications: Design, Execution and Test', *Sensors*, 22(2).
- Fereidouni, F., Mohammadi, S.T., Shahraki, V.F. & Jahantigh, F., 2022, 'Human Health Risk Assessment of 4-12 GHz Radar Waves using CST STUDIO SUITE Software', *Journal of Biomedical Physics and Engineering*, 12(3), 285–296.
- Mujadin, A., Astharini, D., Studi Teknik Elektro, P., Sains dan Teknologi, F. & Masjid Agung Al Azhar Kebayotan Baru Jakarta Selatan, K., 2015, *Lokalisasi Jarak dan Sudut Pembacaan Kartu Radio Frequecy Identification (RFID)*, vol. 3.
- Rizkyanto, E., Rahmadewi, R., Jurusan, M., Elektro, T., Teknik, F., Karawang, S., Jurusan, D., Ronggowaluyo, J.H.S., Timur, K.T. & Karawang, K., 2022, 'Analisis Perbaikan Pada Site Sukamantri Berdasarkan Alarm yang Muncul Pada Aplikasi Monitoring BTS', *Jurnal POLEKTRO: Jurnal Power Elektronik*, 11(1).
- Saleh, C., Nurcahyo, E. & Noertjahjono, S., 2019, 'Komunikasi Jarak Jauh Radio VHF/UHF Menggunakan Cross Band Repeater (XBR) di Kube PSP Desa Kemiri Kecamatan Jabung Malang'.
- Setyasaputra, N., Hidayat, A., Hadiyanto, A.L., Pratiwi, I., Penginderaan, S.B. & Parepare, J., 2017, *Kajian Penggunaan Media Transmisi Fiber Optik untuk Meningkatkan Nilai Perbandingan Penguatan Antena Terhadap Noise Study of Optical Fiber Transmission Media Usage to Improve Gain to Noise Ratio Antenna*.
- Simamora, H., Elektro, T. & Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin, U., 2022, 'Analisis Pengaruh Penggunaan Receiver Mulricoupler Terhadap Efisiensi Jumlah Antena Receiver (penerima) di Airnav Indonesia Cabang Banjarmasin', 5(2).
- Sitompul, A., 2013, *Masalah Hukum dalam Penggunaan Spektrum Frekuensi Radio di Indonesia*.
- Wang, D., Chin, K.S., Che, W., Chang, C.C. & Wu, Y., 2014, '60 GHz duplexer design using dual-mode SIW filters with single-sided transmission zeros', *Electronics Letters*, 50(21), 1529–1531.
- Yuwono, R., 2010, *Unjuk Kerja Antena UWB Egg Berdasarkan Dimensinya*.