

**IMPLEMENTASI *TRANSDUCER* HC-SR04 UNTUK SISTEM
TRANSMISI DATA DENGAN KONFIGURASI *UNIFORM LINEAR*
ARRAY PADA MODULASI *ON-OFF KEYING***

Muhammad Rafi Danis Fajri

21/481831/TK/53180

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 22 Oktober 2025
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Fisika

INTISARI

Transmisi data berbasis ultrasonik merupakan salah satu komplementer komunikasi jarak pendek (*short range wireless communication*) yang memiliki keterbatasan pada jangkauan dan ketergantungan terhadap jalur *Line of Sight* (LoS). Salah satu penyebabnya adalah karakteristik ultrasonik yang memiliki efisiensi rendah di udara dan pola pancaran terbatas. Hingga saat ini, pengembangan dari sisi *transducer* ultrasonik masih terbatas, sementara pada teknologi rekayasa gelombang penggunaan konfigurasi *array* telah banyak dimanfaatkan untuk memperkuat dan mengarahkan pancaran.

Penelitian ini mengkaji penerapan *Uniform Linear Array* (ULA) pada transmisi data berbasis ultrasonik sebagai upaya meningkatkan jangkauan dan memungkinkan transmisi dalam kondisi *Non-Line of Sight* (NLoS). Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan menguji ULA pada konfigurasi satu sampai lima elemen untuk identifikasi karakteristik pola pancaran ultrasonik.

Hasil pengujian konfigurasi ULA lima elemen *transducer* mampu meningkatkan *gain* sebesar 10,38 dB dibandingkan dengan *single element*. Selain itu, nilai koefisien redaman berkurang dari -0,0078 pada *single element* menjadi -0,0034 pada lima elemen. Kinerja transmisi data mencapai penerimaan minimal 70% hingga jarak 2 m, sedangkan *single element* hanya mencapai jarak ± 85 cm. Nilai *Bit Error Rate* (BER) tercatat 0 hingga jarak 175 cm dan tetap rendah ($< 0,02$) pada jarak 2 m. Pada kondisi NLoS, transmisi data dapat berlangsung meskipun dengan hasil yang berfluktuatif. Dengan demikian, penggunaan ULA lima elemen mampu meningkatkan kualitas transmisi data sehingga mendukung penerapan ultrasonik sebagai komplementer komunikasi jarak pendek pada jarak hingga 2 m.

Kata kunci: komunikasi ultrasonik, *Uniform Linear Array*, *Non-Line of Sight*

Pembimbing Utama : Dr. Eng. Ir. Dwi Joko Suroso, S.T., M.Eng., IPP
Pembimbing Pendamping : Dr.-Ing. Ir. Kusnanto



IMPLEMENTATION OF HC-SR04 TRANSDUCERS FOR A DATA TRANSMISSION SYSTEM USING A UNIFORM LINEAR ARRAY WITH ON-OFF KEYING MODULATION

Muhammad Rafi Danis Fajri

21/481831/TK/53180

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on *October 22, 2025*
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Engineering Physics

ABSTRACT

Ultrasonic based data transmission offers a complementary for short range wireless communication that remains limited by its range and dependence on the Line of Sight (LoS) path. This limitation arises from the inherent characteristics of ultrasonic waves, which have low propagation efficiency in air and a restricted radiation pattern. To address these challenges, the application of array configurations has been widely utilized in wave engineering to enhance directivity and signal strength.

This study investigates the implementation of a Uniform Linear Array (ULA) in ultrasonic-based data transmission to improve communication range and enable transmission under Non-Line of Sight (NLoS) conditions. The research was conducted experimentally by testing ULA configurations from a single element up to five elements to identify the radiation characteristics of ultrasonic waves.

The results show that the five-element ULA configuration increased the transmission gain by 10.38 dB compared to a single element. Moreover, the attenuation coefficient decreased from -0.0078 for a single element to -0.0034 for five elements. The data transmission achieved a minimum reception rate of 70% at a distance of up to 2 meters, whereas the single element configuration only reached ± 85 cm. The Bit Error Rate (BER) remained 0 up to 175 cm and stayed low (< 0.02) at 2 meters. Under NLoS conditions, data transmission was still achievable, although with fluctuating results. These findings demonstrate that a five-element ULA can enhance data transmission quality, supporting the potential of ultrasonic technology as a complementary short range wireless communication method for distances up to 2 meters.

Keywords: *ultrasonic communication, Uniform Linear Array, Non-Line of Sight*

Supervisor : Dr. Eng. Ir. Dwi Joko Suroso, S.T., M.Eng., IPP.

Co-supervisor : Dr.-Ing. Ir. Kusnanto

