

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan berbagai sumber radioaktif di Indonesia, termasuk bahan bakar nuklir, limbah nuklir, dan sumber daya alam seperti mineral radioaktif, telah mengalami peningkatan yang substansial untuk mendukung kegiatan riset, industri, dan layanan kesehatan. Penggunaan radioaktif dalam berbagai sektor harus diiringi dengan memperhatikan dampak yang ditimbulkannya, seperti peningkatan radiasi latar, yang perlu dievaluasi dalam konteks aspek radioekologi (Mukanthi dkk., 2021).

Radionuklida terlepas secara tidak langsung melalui perairan sungai ke laut yang disebabkan oleh kebocoran/kecelakaan pembangkit tenaga nuklir, limbah radioaktif dan percobaan penggunaan senjata militer seperti nuklir (Triagung dkk., 2017). Radionuklida buatan terbagi menjadi dua kelompok, yaitu radionuklida konservatif dan radionuklida non-konservatif. Radionuklida konservatif diartikan sebagai radionuklida yang sangat larut dalam air sehingga sebarannya sangat dipengaruhi oleh proses fisika berupa pencampuran dan difusi (Cahyana, 2013). Radionuklida dapat berbahaya bagi lingkungan maupun manusia apabila terpapar dalam dosis yang tinggi. Cesium merupakan salah satu jenis radionuklida yang bersifat sangat larut dalam air dan sering ditemukan berada di bawah permukaan air laut. Berdasarkan sifat yang mudah larut dan mobilitasnya yang tinggi, cesium dapat menjadi limbah radioaktif yang berbahaya, terutama jika terakumulasi dalam organisme laut dan akhirnya masuk ke dalam rantai makanan (Purba dkk., 2009).

Salah satu cara untuk mengidentifikasi adanya kadar radionuklida yang di dalam air adalah dengan pemantauan secara berkala terhadap paparan radiasi di bawah permukaan air. Alat pemantauan dosis radiasi di dalam air saat ini masih tergolong mahal dan sulit diperoleh. Pengukuran dosis radiasi biasanya dilakukan oleh pekerja di bawah permukaan air dengan membungkus detektor radiasi agar tidak mengalami kerusakan. Tindakan ini masih tergolong tidak aman dan tidak dapat diketahui secara berkala dan terdapat kemungkinan terjadinya paparan radiasi yang melebihi batas normal tanpa sepengetahuan pekerja maupun masyarakat yang tinggal di sekitar perairan. Kondisi ini dapat menyebabkan dampak buruk bagi masyarakat karena tidak adanya pemantauan berkala oleh pekerja dan masyarakat.

Pemantauan secara berkala untuk menanggulangi paparan radiasi di daerah perairan merupakan salah satu cara menjamin keselamatan dan kesehatan masyarakat serta pekerja di sekitar perairan maupun di laut. Beberapa penelitian yang telah dilakukan terkait pemantauan radiasi di dalam air, salah satunya Lee dkk. (2023) yang menggunakan sensor *SiPM-based gamma spectroscopy* dan Modul LoRA sebagai modul transmisi data. Kekurangan pada penelitian ini yaitu lambatnya proses transmisi data karena keterbatasan kecepatan pengiriman data dari modul transmisi (Lee dkk., 2023) Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Rosyidi dkk., (2016) menggunakan pencacah Geiger *tube* M4011 sebagai detektor dan modul NGMC VI sebagai modul transmisi data berbasis *web server*. Kekurangan pada penelitian ini yaitu ketidakstabilan proses transmisi data karena lemahnya sinyal jaringan internet pada *provider* yang digunakan (Rosyidi dkk., 2016). Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Muktadir dkk. (2019) ketika membuat

sistem pemantauan berbasis MATLAB serta memanfaatkan frekuensi radio dalam proses transmisi datanya yaitu modul *transmitter* 433 MHz dan ESP 8266. Namun jangkauan modul ini masih kurang maksimal untuk untuk *line-of-sight* maupun *non line-of-sight* dilihat dari frekuensi yang ditawarkan hanya 433 MHz saja (Muktadir dkk., 2019). Penelitian terbaru selanjutnya dilakukan oleh Susila dkk., (2020) yang menggunakan detektor sintilasi NaI(Tl). Detektor yang digunakan mampu mendeteksi radiasi tingkat rendah pada lingkungan, namun proses pengiriman data pada penelitian ini masih menggunakan kabel jaringan internet institusi terkait (*Local Area Network*) sehingga jangkauan jarak sangatlah terbatas (Susila dkk., 2020)

Berdasarkan latar belakang dan beberapa penelitian sebelumnya, terlihat adanya kebutuhan mendesak akan sistem pemantauan dosis radiasi sinar gamma yang andal di bawah permukaan air. Peningkatan kegiatan nuklir dan aplikasi teknologi radiasi dalam berbagai bidang mengharuskan adanya alat pemantauan yang mampu bekerja secara efektif dalam lingkungan yang menantang ini. Penelitian-penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa pencacah Geiger-muller merupakan detektor radiasi yang efektif dan nRF24101+ menawarkan kemampuan komunikasi nirkabel yang stabil. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan dosis radiasi sinar gamma di bawah permukaan air dengan menggunakan pencacah Geiger-muller sebagai detektor radiasi dan nRF24101+ untuk transmisi data secara nirkabel. Sistem ini akan berbasis LabVIEW untuk tampilan dosis radiasi dan sistem peringatan, sehingga memberikan kemudahan dalam pemantauan dan respons terhadap perubahan dosis radiasi secara real-time.

Sistem ini, diharapkan dapat tercipta alat yang lebih efisien dan efektif dalam memantau radiasi, serta meningkatkan keselamatan di lingkungan yang berpotensi terpapar radiasi. Hasil pengukuran dosis radiasi pada penelitian ini kemudian disimpan dalam memori internal komputer dalam format *file text* untuk dapat diolah lebih lanjut seperti visualisasi data. Pencacah Geiger-muller diuji untuk menilai performa dalam pengukuran dosis radiasi sehingga diperoleh hasil yang optimal. Proses transmisi diuji dalam kondisi di atas permukaan air dan di bawah permukaan air menggunakan modul radio nRF24L01+ dengan parameter yang diukur meliputi Ping, *Packet Loss*, dan *Jitter*.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dari kegiatan Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui performa pencacah Geiger-muller dalam pengukuran dosis radiasi di bawah permukaan air dan nRF24L01+ dalam melakukan transmisi data di sekitaran perairan
2. Merancang sistem pemantauan dosis radiasi secara *realtime* menggunakan Labview NI 2019
3. Mengetahui nilai error dari dosis yang tampil di sistem pemantauan dengan alat pembanding yaitu *display* Ludlum detektor sintilasi NaI(Tl).
4. Mengetahui konsumsi daya baterai pada sistem pencacah Geiger-muller dan nRF24L01+

Hasil Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai sistem pemantauan radiasi pada kegiatan uji pengukuran dosis radiasi di bawah permukaan air yang

mampu memberikan informasi baik secara *realtime* maupun *history* dan sebagai deteksi dini paparan radiasi yang melebihi ambang batas normal. Penelitian ini juga sebagai langkah awal untuk diintegrasikan dengan infrastruktur sistem pemantauan radiasi terpusat.

1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Ruang lingkup penelitian mencakup perancangan perangkat-keras dan perangkat-lunak sistem serta pengujian sistem secara keseluruhan. Batasan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sumber radioaktif yang digunakan pada Penelitian ini ada dua macam yaitu ^{137}Cs sebagai sumber radioaktif yang akan diujikan di dalam air dan isotop Eu-152 sebagai sumber radioaktif yang akan diujikan dalam karakterisasi pencacah Geiger-muller.
2. Pencacah Geiger *tube* M4011 sebagai detektor dan nRF24L01+ sebagai modul transmisi.
3. Menggunakan Arduino Uno R3 sebagai mikrokontroler.
4. Menggunakan *power bank* sebagai sumber daya pada sistem pencacah Geiger-muller dan nRF24L01+
5. Keluaran informasi berupa alarm pada Labview dan riwayat pengukuran dosis radiasi berformat *file text*.