

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pemeriksaan *vital sign* sangat penting bagi tenaga kesehatan karena bertujuan untuk deteksi awal kelainan, gangguan, ataupun perubahan fungsi organ tubuh serta masalah medis lain untuk membantu dokter mendiagnosa suatu penyakit. Pemeriksaan tanda-tanda vital (TTV) salah satu diantaranya yaitu pemeriksaan denyut jantung[1]. Namun, pada praktiknya di rumah sakit masih sangat manual karena pasien harus datang dan menjalani pemeriksaan denyut jantung secara langsung. Selain itu biaya pemeriksaan pada rumah sakit relatif mahal bagi sebagian besar masyarakat sehingga terkadang jarang memeriksakan kondisi tubuh ke rumah sakit[2]–[4]. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem *wireless* untuk mendeteksi hal tersebut salah satunya yaitu dengan teknologi *wireless* agar pihak terkait seperti rumah sakit bisa memonitor dan mengontrol secara langsung kondisi vital pasien tanpa perlu pasien datang ke rumah sakit.

Penggunaan teknologi *wireless* beberapa tahun terakhir berkembang secara pesat. Permintaan untuk *electronic devices* pun menjadi salah satu yang sangat berkembang pesat. Permintaan ini sejalan dengan perkembangan teknologi seperti *IOT devices*, *medical devices*, *5G devices*, dan lain-lain. Perkembangannya sangat cepat belakangan ini sehingga membutuhkan perangkat pendukung dan komponen yang lebih *adaptable* lagi[5]. Salah satu komponen yang dibutuhkan yaitu *wearable antenna*.

Wearable antenna telah banyak digunakan di kehidupan manusia, terutama yang dikenakan pada tubuh (*on-body*) atau ditempatkan di dalam tubuh (*in-body*). Substrat *wearable antenna* bisa bermacam-macam diantaranya karet, kertas, tekstil, dan lain sebagainya. Pada *capstone project* ini menggunakan substrat jenis tekstil karena bahan tekstil bisa bersifat konduktif atau non-konduktif. Tekstil non-konduktif biasanya digunakan sebagai substrat antena yang dapat dipakai untuk mengurangi berat dan karakteristik elektromagnetik antena jika dibandingkan dengan substrat standar. Karakteristik elektromagnetik antena umumnya terdiri dari permitivitas, permeabilitas, ketebalan dan *loss tangent* dari substrat yang

digunakan. Pada *capstone project* ini, bahan tekstil yang digunakan sebagai substrat antenna yaitu kain batik dengan nilai permitivitas dan *loss tangent* batik belum diketahui. Oleh karena itu untuk mengetahui nilai tersebut perlu dilakukan ekstraksi karakteristik elektromagnetik dari material batik.

Beberapa metode untuk melakukan ekstraksi karakteristik elektromagnetik material telah banyak diteliti. Beberapa diantaranya yaitu dengan menggunakan teknik *coaxial probe*, dan *quarter wave open ended stub resonator*. Namun teknik-teknik tersebut memiliki struktur yang cukup kompleks dan membutuhkan biaya yang cukup besar. Oleh karena itu, pada *capstone project* ini akan mencoba metode yang lebih tidak invasif dan biaya yang lebih terjangkau. Metode yang dipilih yaitu *Chen's Method* dan *CSRR (Complementary Split Ring Resonator) Method*[6], [7]. Kedua metode ini akan dibandingkan dan metode dengan akurasi paling baik akan digunakan sebagai metode ekstraksi karakteristik magnetik material batik.

Penggunaan bahan batik sebagai substrat dikarenakan bahan batik yang berasal dari Indonesia, maka diharapkan bisa mereduksi biaya pembuatan *wearable antenna* sehingga jika suatu saat dikomersialisasi, akan mengurangi harga jual dan pada akhirnya lebih mudah diakses serta dimiliki oleh masyarakat luas. Selain itu, sampai saat *capstone project* ini dilakukan, belum terdapat *wearable antenna* yang dirancang menggunakan bahan tradisional batik Indonesia. Padahal sebagai salah satu warisan budaya Indonesia, batik perlu diperkenalkan ke mancanegara.

Fokus utama tugas akhir ini untuk mencari metode yang tepat untuk ekstraksi karakteristik elektromagnetik material berupa permitivitas dan *loss tangent* dari bahan batik jika digunakan sebagai substrat pada *wearable antenna*. Selanjutnya, *wearable antenna* ini akan diintegrasikan dengan sensor untuk membaca denyut jantung dan dapat mengirim data secara *wireless* menggunakan *wearable antenna* yang dibuat.

1.2 Informasi Pendukung Masalah

Pemeriksaan tanda-tanda vital sangat berperan penting dalam mendeteksi dini kelainan dan perubahan fungsi organ dan masalah medis lainnya untuk membantu proses diagnosis dokter dan tenaga kesehatan lainnya. Salah satu pemeriksaan TTV yaitu pemeriksaan denyut jantung. Pada praktiknya pemeriksaan TTV sangat jarang

dilakukan oleh masyarakat karena harus kerumah sakit dan diperiksa secara langsung serta biayanya yang relatif mahal. Padahal deteksi dini untuk kelainan penyakit terutama jantung diperlukan untuk mencegah berbagai komplikasi penyakit jantung yang cukup serius.

Berbagai penyakit kardiovaskular termasuk penyakit arteri koroner, penyakit jantung bawaan, gagal jantung, gangguan irama jantung, dan penyakit katup jantung. Penyakit jantung koroner tetap menjadi penyakit jantung terbesar di dunia dan mengakibatkan tingkat morbiditas dan mortalitas yang tinggi. Penyakit jantung koroner diperkirakan menjadi pembunuh nomor satu paling umum di seluruh dunia pada tahun 2020, terhitung 36% dari semua kematian, angka dua kali lipat dari kanker. Penyakit jantung koroner (tergolong penyakit sistem peredaran darah) dilaporkan menjadi penyebab utama dari semua kematian, terhitung 26,4% dari seluruh penyebab kematian di Indonesia, empat kali lebih tinggi dari kematian akibat kanker (6%). Dengan kata lain, di Indonesia sekitar satu dari empat orang meninggal akibat penyakit jantung koroner. Selain penyakit jantung bawaan, penyakit jantung bawaan merupakan kelainan bawaan yang paling sering terjadi. Diperkirakan 1,2 juta dari 135 juta kelahiran hidup di seluruh dunia setiap tahun mengalami penyakit jantung koroner. Dari jumlah tersebut, sekitar 300.000 diklasifikasikan sebagai penyakit koroner berat yang membutuhkan pembedahan kompleks untuk bertahan hidup. Sedangkan di Indonesia diperkirakan 43.200 dari 4,8 juta kelahiran hidup per tahun (9:1000 kelahiran hidup) menderita penyakit jantung koroner[8].

Penyakit jantung dan pembuluh darah (kardiovaskular) merupakan masalah kesehatan utama baik di negara maju maupun negara berkembang. Berbagai spektrum penyakit kardiovaskular di antaranya adalah penyakit jantung koroner, penyakit jantung bawaan, gagal jantung, gangguan irama jantung, dan penyakit katup jantung. Saat ini penyakit jantung koroner masih berkontribusi sebagai spektrum penyakit jantung terbanyak di seluruh dunia dan menyebabkan tingkat morbiditas dan mortalitas yang tinggi.

Sebuah cabang dari *Wireless Sensor Networks* (WSN) yang berhubungan secara eksklusif dengan sensor yang dipasang pada permukaan, atau dipakai oleh

manusia atau dikenal sebagai *Wireless Body Area Networks* (WBAN)[9]. WBAN merupakan suatu alat elektronik yang dipakai untuk memonitor alat vital. Pada WBAN sendiri memiliki standar IEEE 802.15.6 dengan spesifikasi yaitu mempunyai jarak ukur yang pendek dan komunikasi *wireless* disekitar atau di dalam tubuh. Penggunaan standar tersebut tidak terbatas untuk manusia saja tetapi dapat mendukung benda hidup maupun tidak hidup. Tujuan dari adanya standar tersebut adalah untuk mendefinisikan *Physical* (PHY) dan *Medium Access Control* (MAC) layer untuk WBAN. Pada standar terbaru IEEE 802.15.6 menyebutkan bahwa terdapat tiga PHY layers yaitu *NarrowWBANd* (NB), *Ultra-wideband* (UWB), dan *Human Body Communications* (HBC) layers[10].

Seperti halnya WSN, WBAN juga memiliki potensi pengembangan yang besar untuk mengubah paradigma pemantauan parameter vital manusia yang erat kaitannya dengan kesehatan. WBAN merupakan bagian dari *Internet of Things*, WBAN memiliki potensi untuk menyediakan layanan pemantauan kesehatan jarak jauh, program kebugaran, diagnosis penyakit kronis, dan banyak lagi. Teknologi WBAN diterapkan dengan memasang sensor di dalam, pada atau di sekitar tubuh manusia untuk mendeteksi fungsi vital tertentu yang perlu diamati. Secara khusus pada bidang kesehatan, kemampuan WBAN untuk memantau fungsi vital tubuh manusia dan mengirimkannya melalui media nirkabel berdampak besar dalam mempromosikan layanan kesehatan. WBAN sendiri mempunyai komponen utama untuk mendukung komunikasi nirkabel yaitu *wearable antenna*.

Wearable antenna adalah antena yang dirancang sedemikian rupa sehingga dapat dipakai dan diintegrasikan dengan pakaian. *Wearable antenna* jenis mikrostrip merupakan salah satu teknologi komunikasi nirkabel yang bertujuan untuk pemantauan pada manusia yang dapat terintegrasi dengan pakaian serta menjaga kenyamanan pengguna. Akan tetapi, antena mikrostrip memiliki sejumlah kelemahan seperti *gain* dan efisiensi yang rendah, lebar pita sempit serta adanya gelombang permukaan yang dapat merusak pola radiasi. Selain itu, penggunaan *wearable antenna* memungkinkan terjadinya efek *mutual coupling* antara tubuh dengan antena yang dapat mengubah frekuensi kerja, penurunan kinerja antena dan efek radiasi pada tubuh. Material substrat yang mudah diintegrasikan pada pakaian untuk bahan substrat sangat berpengaruh terhadap kinerja dari antena sehingga

sangat cocok untuk digunakan pada *wearable antenna*. Pada tugas akhir ini, akan memanfaatkan batik sebagai salah satu tekstil yang digunakan sebagai bahan substrat pada *wearable antenna*.

Batik merupakan kain dengan corak beranekaragam yang teknik pewarnaannya dengan cara membubuhkan malam diatas kainnya. Teknik pewarnaan batik itu sendiri bisa dilakukan dengan cara menggambaranya menggunakan canting, menggunakan alat khusus yang telah dibentuk sedemikian rupa kemudian dicap ke kain, dan bisa disablon atau teknik ini biasa dinamakan *printing*. Batik juga memiliki banyak corak atau motif, motif batik di berbagai tempat di Indonesia dipengaruhi oleh akulturasi budaya. Sejak tahun 2009, batik telah diakui oleh UNESCO sebagai warisan budaya tak benda warisan manusia[11].

1.3 Analisis Umum

1.3.1 Aspek Ekonomi

Batik adalah salah satu warisan budaya Indonesia yang terkenal. Dengan menggunakan batik sebagai substrat dalam pembuatan *wearable antenna*, dapat mendukung industri lokal dan mengurangi biaya pengiriman atau impor bahan dari luar negeri. Ini dapat menjadi solusi yang lebih ekonomis dalam jangka panjang. Pembuatan batik melibatkan proses pewarnaan dan pencantuman pola pada kain. Proses ini relatif sederhana dan dapat dilakukan dengan peralatan yang lebih terjangkau dibandingkan dengan pembuatan substrat khusus untuk antenna. Hal ini dapat mengurangi biaya yang terkait dengan proses produksi.

1.3.2 Aspek Pemanfaatan pada Teknologi Terbaru

Wearable antenna dapat digunakan pada teknologi terbaru seperti *live-location tracking*, *real-time transmission* gambar ataupun video, navigasi, *RFID application*, dan lain lain[2]. Pada Capstone Design ini, aspek pemanfaatan pada teknologi terbaru yaitu sistem *remote* dan *wireless* pada saat pemantauan data denyut jantung pasien yang bisa juga dilakukan secara *real time*. Dengan menggunakan *wearable antenna*, data denyut jantung pasien dapat dipantau secara *real-time*. Informasi ini dapat langsung dikirim ke perangkat pemantau atau sistem pusat, yang memungkinkan tim medis untuk mengamati dan menganalisis kondisi pasien secara tepat waktu. Hal ini memungkinkan penanganan yang lebih cepat dan

responsif terhadap perubahan dalam denyut jantung pasien. Hal ini memungkinkan pemantauan yang kontinu tanpa adanya kabel atau batasan fisik yang signifikan.

1.3.3 Aspek Kesehatan

Menurut Asimina Kiourti, asisten professor di Ohio State University[12], *wearable technology* dapat menjadi salah satu bagian vital dari perangkat diagnosis kesehatan yang bisa memberikan manfaat kesehatan yang besar, meningkatkan dan memperpanjang jangka hidup manusia. Dengan pengembangan yang lebih lanjut dalam bidang *wearable technology* dan penerapan batik sebagai material substrat, kita dapat melihat kemajuan yang signifikan dalam pemantauan kesehatan dan perawatan medis. *Wearable antenna* ini dapat menjadi salah satu metode untuk mengimplementasikan batik sebagai material yang bisa digunakan dalam teknologi WBAN untuk aplikasi medis misalnya sebagai sensor yang disambungkan dengan monitor ke tubuh manusia.

1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Untuk rencana sistem dan rencana spesifikasi secara umum, antena yang dibuat ini dirancang sedemikian rupa sehingga dapat diintegrasikan dengan pakaian dan antena ini memiliki dimensi yang kecil serta dapat digunakan di bahan baju batik yang terpakai, dengan teknologi WBAN. *Wearable antenna* yang dirancang diharuskan memenuhi kebutuhan yang telah didefinisikan sebelumnya yaitu dapat mengirimkan data dari sensor denyut jantung yang ditempelkan pada bagian tubuh dengan *wearable antenna* yang terjahit pada baju. *Wearable antenna* dapat digunakan untuk mengirimkan data denyut jantung ke *website* atau perangkat lain yang diinginkan. *Wearable antenna* dapat terhubung dengan perangkat seperti smartphone atau laptop melalui teknologi Wi-Fi. Untuk pembuatan antena ini diharuskan melakukan pengukuran terlebih dahulu dengan menggunakan *chen's method* dan CSRR untuk mendapatkan nilai permitivitas dan *loss tangent* dari bahan substrat batik.

1.5 Solusi Sistem yang Diusulkan

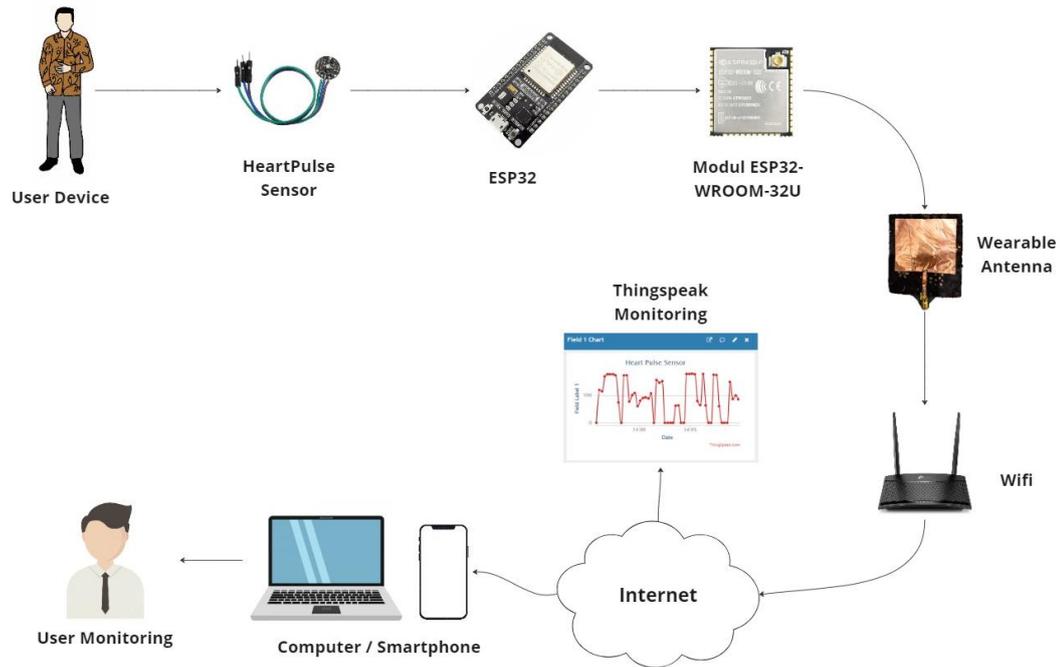
1.5.1 Karakteristik Produk

1.5.1.1 Monitor Denyut Jantung dengan Sensor Menggunakan *Wearable antenna* Substrat Batik

Monitor denyut jantung pada solusi sistem ini memfokuskan terhadap penggunaan *wearable antenna* substrat batik. Antena yang dibuat ini dirancang sedemikian rupa sehingga dapat diintegrasikan dengan pakaian dan antena ini memiliki dimensi yang kecil serta dapat digunakan di bahan baju yang terpakai, dengan teknologi *Wireless Body Area Network* (WBAN).

Wearable antenna ini akan diintegrasikan dengan sensor untuk membaca denyut jantung. Penggunaan *wearable antenna* substrat batik untuk sensor denyut jantung bisa mereduksi biaya yang dikeluarkan ketika pembuatan sehingga lebih ekonomis. *Wearable antenna* yang bisa dipakai pada tubuh dan fleksibel membuat penggunaan sistem ini menjadi *portable* sehingga bisa dibawa kemanapun.

Sensor yang digunakan disini adalah *Pulse Heart Rate Sensor*, yaitu sensor denyut jantung yang bekerja berdasarkan prinsip *photoplethysmography* (PPG)[13], metode pengukuran denyut jantung (kardiovaskular) non-invasif dengan mendeteksi aliran darah di pembuluh darah yang sangat dekat dengan kulit. Sensor menggunakan IR LED dan *photodetector*, pulsa dari denyut nadi seseorang mempengaruhi aliran cahaya dari IR LED ke *photodetector*, perubahan ini kemudian diubah, disaring dan diperkuat oleh modul sensor untuk kemudian dibaca oleh arduino atau pegangan minsys lainnya.



Gambar 1.1 Diagram Blok Sistem

Berdasarkan Gambar 1.1 dapat dilihat diagram blok dari pengiriman data denyut jantung menggunakan *wearable antenna* dengan ESP32 sebagai *Access point*, berikut ini penjelasan dari Gambar 1.1:

- *User Device*: Pengguna akan mengenakan batik yang dilengkapi dengan Heartpulse sensor yang terpasang di saku baju.
- *Heartpulse Sensor*: *Heartpulse Sensor* akan mengumpulkan data detak jantung dalam bentuk sinyal analog.
- *ESP32*: ESP32 akan berfungsi sebagai *Access point* yang menghubungkan Heartpulse sensor ke jaringan WiFi dan memproses data detak jantung yang masih berupa sinyal analog menjadi nilai BPM (detak per menit).
- *Modul ESP32-WROOM-32U*: Modul ESP32-WROOM-32U memiliki fitur antena eksternal yang memungkinkan pengguna untuk mengganti antena sesuai dengan kebutuhan mereka.
- *Wearable Antenna*: *Wearable Antenna* akan berperan dalam mentransmisikan data detak jantung ke jaringan WiFi untuk tujuan pemantauan.
- *Wifi*: WiFi atau *router* berfungsi untuk menghubungkan modul ESP32 ke Internet.

- *Thingspeak Monitorig*: *Thingspeak* akan berperan sebagai situs *website* untuk memantau detak jantung.
- *Computer/Smartphone*: Komputer atau *Smartphone* akan menjadi perangkat untuk memonitor detak jantung melalui situs *website Thingspeak*.
- *User Monitoring*: Pengguna dapat memantau detak jantung dari perangkat pengguna melalui situs *website Thingspeak* dengan menggunakan komputer atau *smartphone*.

1.5.1.2 Monitor Denyut Jantung dengan Elektrokardiograf (EKG)

Elektrokardiograf (EKG) atau *Electrocardiograph* (ECG) adalah suatu grafik yang dihasilkan oleh alat elektrokardiografi untuk mendeteksi kelainan jantung dengan mengukur aktivitas listrik yang dihasilkan oleh jantung, sebagaimana jantung berkontraksi. EKG dapat membantu mendiagnosis berbagai kondisi kesehatan jantung[14]. Perangkat EKG berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur aktivitas sinyal elektrik pada otot jantung. Elektrokardiograf merupakan suatu prosedur non-invasif yang sering digunakan untuk merekam perubahan sinyal elektrik pada jantung. Hasil perekaman sinyal elektrik ini dinamakan elektrokardiograf, menunjukkan serangkaian gelombang yang berhubungan dengan impuls elektrik yang terjadi setiap jantung berdenyut. Gelombang jantung normal yang terlihat pada kertas EKG maupun layar monitor perangkat dinamakan gelombang P, Q, R, S, dan T (urut sesuai abjad).

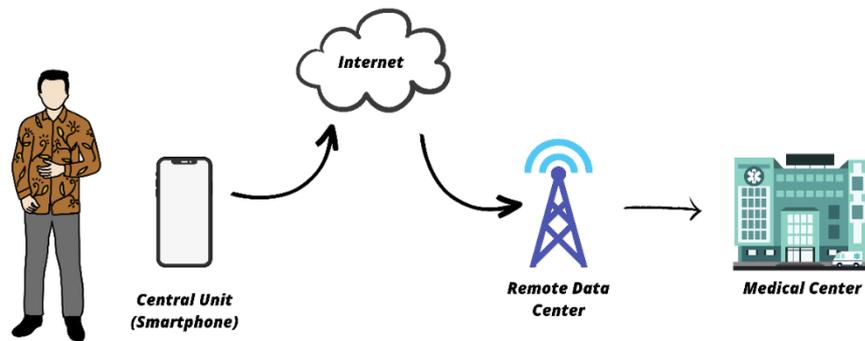
1.5.2 Skenario Penggunaan

1.5.2.1 Monitor Denyut Jantung dengan Sensor Menggunakan *Wearable antenna* Substrat Batik

Cara kerja sistem yaitu sensor akan menerima data denyut jantung dari pengguna lalu data yang diterima diolah oleh mikrokontroler dan mengubah data analog yang diterima dari sensor ke data digital. Selanjutnya, data akan dikirim melalui *wearable antenna* lalu datanya akan diterima oleh *receiver*.

Dari sisi pengguna, skenario penggunaannya yaitu dengan menempelkan sensor denyut jantung atau *heart pulse sensor* ke tubuh pengguna lalu data akan dikirim

melalui *wearable antenna* ke *receiver*. Kemudian, *receiver* akan menampilkan data yang diterima.



Gambar 1.2 Proses Pengiriman Data

1.5.2.2 Monitor Denyut Jantung dengan EKG (elektrokardiograf)

Alat EKG umumnya terdapat di rumah sakit untuk memeriksakan jantung dari pasien secara lebih detail dan data yang dihasilkan akan berbentuk diagram garis. Dari data tersebut, dokter akan menganalisis dan mendiagnosa penyakit yang dialami oleh pasien.

Elektrokardiograf (EKG) adalah tes medis yang umum digunakan untuk mendeteksi dan memonitor aktivitas listrik jantung. Tes ini melibatkan pemasangan elektroda pada kulit di beberapa area tubuh, seperti dada, lengan, dan kaki, yang mengukur sinyal listrik yang dihasilkan oleh jantung. EKG digunakan untuk mendiagnosis dan memantau kondisi jantung dengan melihat pola serta karakteristik denyut jantung. Dengan analisis pola dan karakteristik gelombang pada hasil EKG, tenaga medis dapat mengevaluasi fungsi jantung, mengidentifikasi masalah kardiovaskular, serta membantu merencanakan pengobatan yang sesuai bagi pasien.

1.6 Kesimpulan dan Ringkasan CD-1

Pemeriksaan *vital sign* sangat penting bagi tenaga kesehatan karena bertujuan untuk deteksi awal kelainan, gangguan, ataupun perubahan fungsi organ tubuh serta masalah medis lain untuk membantu dokter mendiagnosa suatu penyakit. Pemeriksaan tanda-tanda vital (TTV) beberapa diantaranya adalah pemeriksaan denyut jantung[1]. Namun, pada praktiknya di rumah sakit masih sangat manual karena pasien harus datang dan memeriksa denyut jantung. Berdasarkan

permasalahan yang telah diuraikan, diperlukan pengembangan suatu sistem *wireless* guna mendeteksi hal tersebut, salah satunya melalui penggunaan teknologi *wireless*. Hal ini memungkinkan pihak terkait, seperti rumah sakit untuk memantau dan mengendalikan kondisi vital pasien secara langsung tanpa memerlukan kehadiran pasien di rumah sakit. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah teknologi WBAN (*Wireless Body Area Network*) yang melibatkan penggunaan *wearable antenna* dengan substrat berupa batik yang dapat dipasang pada tubuh pasien. Dalam merancang *wearable antenna* menggunakan bahan batik, perlu diketahui karakteristik permitivitas relatif, dan juga *loss tangent*-nya[5]. Hal tersebut dikarenakan profil antena sangat bergantung kepada permitivitas, ketebalan, dan *loss tangent* dari substrat yang digunakan. Beberapa metode untuk melakukan ekstraksi karakteristik elektromagnetik material telah banyak diteliti. Metode yang dipilih yaitu *Chen's Method* dan CSRR (*Complementary Split Ring Resonator*) *Method*. Kedua metode ini akan dibandingkan dan metode dengan akurasi paling baik akan digunakan sebagai metode ekstraksi karakteristik magnetik material batik kain batik.