

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan suatu negara yang memiliki sumber daya alam yang melimpah, salah satunya berada pada sektor kehutanan. Hasil hutan adalah segala macam material yang didapatkan dari hutan untuk penggunaan komersial seperti kayu potong, kertas, dan pakan hewan ternak. Kayu adalah hasil hutan komersial yang paling dominan, digunakan di berbagai industri seperti bahan bangunan dan sebagai bahan baku kertas dalam bentuk pulp kayu. Indonesia memiliki sekitar 4.000 jenis pohon, yang berpotensi untuk digunakan sebagai kayu bangunan. Akan tetapi hingga saat ini hanya sekitar 400 jenis (10%) yang memiliki nilai ekonomi dan lebih sedikit lagi, 260 jenis, yang telah digolongkan sebagai kayu perdagangan (Soerianegara & Lemmens, 2002).

Kayu biasanya digunakan untuk berbagai macam keperluan, seperti memasak, membuat perabot (meja dan kursi), bahan bangunan (pintu, jendela, dan rangka atap), bahan kertas, hiasan rumah tangga, dan sebagainya. Penyebab terbentuknya kayu adalah akibat akumulasi selulosa dan lignin pada dinding sel berbagai jaringan di batang. Ilmu kayu (*wood science*) mempelajari berbagai aspek mengenai klasifikasi kayu serta sifat-sifat kimia, fisika, dan mekanika kayu dalam berbagai kondisi penanganan.

Sifat fisik dari kayu (seperti kekuatan kayu) dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu kadar air di dalam kayu tersebut. Kayu sebagaimana bahan *berlignoselulosa* lainnya memiliki sifat higroskopis yaitu dapat menyerap atau melepas air dari lingkungannya (Skaar, 1988). Pada kondisi lingkungan yang lembab, kayu kering akan lebih mudah menyerap uap air, sedangkan pada keadaan lingkungan dengan kelembaban udara yang rendah, kayu basah akan cenderung melepaskan uap air. Sifat higroskopis ini menyebabkan kayu pada kondisi dan kelembaban tertentu dapat mencapai suatu keseimbangan, yang berarti kadar air kayu tidak akan mengalami perubahan.

Kayu yang baru ditebang umumnya memiliki kadar air 40% - 200% (Heinz & Koemartadi, 1999). Kadar air tersebut akan keluar bersamaan dengan mengeringnya kayu hingga mencapai titik jenuh serat (*fiber saturation point*).

Kadar air titik jenuh serat besarnya tidak sama untuk setiap jenis kayu, hal ini disebabkan oleh perbedaan struktur dan komponen kimia. Pada umumnya kadar air titik jenuh serat besarnya berkisar antara 25% - 30% (Panshin & Zeeuw, 1964). Apabila kayu mengering dibawah titik jenuh seratnya, dinding sel menjadi padat, sehingga serat-seratnya menjadi kuat dan kokoh. Dengan demikian berkurangnya kadar air dalam kayu menyebabkan kayu akan menjadi semakin kuat.

Kadar air produk kayu yang biasa diperdagangkan adalah 6% - 12%, dengan catatan bahwa titik keseimbangan kadar air kayu adalah 12% - 16%. Kadar air kayu dalam ruang akan naik menjadi 12% dan kayu di luar ruang kira-kira 16%. Produk ekspor biasanya menuntut kadar air 6% - 8% (Budianto, 1996). Dalam proses penggunaan kayu untuk konstruksi atau mebel diperlukan kayu yang sudah cukup kering. Sebab kayu yang masih basah atau belum kering akan menyebabkan susut kayu yang mengakibatkan perubahan bentuk dan kerusakan struktur bangunan atau mebel dalam jangka panjang. Selain itu, kayu dengan kadar air yang melewati nilai titik jenuh seratnya memiliki risiko berkembangnya jamur pada kayu tersebut (Johansson, dkk. 2013). Oleh karena itu diperlukan suatu alat untuk mengukur kadar air pada kayu agar kerugian akibat kadar air kayu yang melewati batas tertentu dapat dihindari seperti penyusutan dan berkembangnya jamur pada kayu.

Kayu kering merupakan sebuah isolator yang sangat baik, tetapi besar resistansi listriknya semakin berkurang saat kadar air pada kayu tersebut semakin banyak. Fenomena perubahan resistansi ini yang kemudian dapat dimanfaatkan untuk membuat suatu alat untuk menentukan kadar air pada suatu kayu berdasarkan besar resistansinya. Terdapat 2 tipe alat ukur kadar air pada kayu (*wood moisture meter*) yang umum, yaitu tipe resistansi yang mengukur resistansi arus listrik DC dan tipe kapasitansi yang mengukur konstanta dielektrik atau permitivitas listrik.

Pengukuran resistivitas atau resistansi listrik dari kayu telah digunakan secara industri selama beberapa tahun sebagai suatu teknik untuk memperkirakan kadar air pada kayu tersebut. Perkembangan awal dari moisture meter tipe

resistansi ini sebagian besar berdasarkan pada pekerjaan Stamm yang pertama kali menjelaskan secara kuantitatif berkurangnya resistivitas listrik DC dari kayu ketika kadar airnya semakin banyak (Skaar, 1988).

Saat ini telah ada beberapa alat ukur kadar air kayu dengan memanfaatkan sifat perubahan resistansinya, seperti Moisture Meter Lutron MS-7001 yang digunakan dalam penelitian ini sebagai alat kalibrasi. Tetapi alat tersebut memiliki kelemahan tidak dapat mengukur kayu yang basah karena memiliki jangkauan pengukuran 9 – 30%. Kayu yang basah memiliki resistansi yang cukup kecil sehingga perbedaan arus listrik yang melalui rangkaian menjadi cukup besar jika dibandingkan dengan kayu yang kering. Untuk mendeteksi perubahan arus yang besar itu dapat digunakan sensor magnetik karena sensor tersebut hanya mendeteksi medan magnet akibat kawat berarus sehingga tidak terhubung langsung dengan rangkaian arus dan mengurangi potensi kerusakan sistem pengukuran akibat arus yang cukup besar. Salah satu sensor magnetik yang berkembang cukup pesat saat ini adalah sensor *giant magnetoresistance* (GMR) karena memiliki beberapa kelebihan dibandingkan sensor magnetik lainnya.

Sensor magnetik berbasis GMR adalah sensor yang bekerja berdasarkan efek perubahan resistansi yang sangat besar pada bahan logam bila dikenai medan magnet luar. Efek GMR merupakan topik penelitian dasar selama akhir tahun 1980-an. Fenomena GMR ini menarik banyak perhatian peneliti dan menjadi sebuah area penelitian terapan yang luas. Dalam waktu yang relatif singkat, penerapannya mulai terlihat dalam bentuk perbaikan alat memori dan sensor. Area penelitian yang menarik ini, dinamakan dengan “*spintronics*”, dimana transport elektron bergantung spin dalam multilayer logam memainkan peranan yang sangat penting (Indira, 2013).

Penemuan GMR telah membuka peluang untuk penerapannya dalam banyak bidang aplikasi. Beberapa alat yang bekerja berdasarkan fenomena GMR ini telah dikembangkan. Diantara alat tersebut misalnya: perekaman magnetik pada *hard disk drive*, sensor medan magnet dan memori *non volatile*. Seperti yang diketahui, ketika suatu kawat dialiri arus listrik, maka disekitar kawat tersebut

akan muncul medan magnet. Dengan demikian sensor GMR ini juga dapat digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi arus listrik.

Penerapan material GMR sebagai sensor medan magnet, memiliki kelebihan dibandingkan sensor lainnya yakni: sensitivitas yang tinggi, harga murah, konsumsi daya rendah dan ukuran kecil. Selain itu, pemasangan sensor GMR tidak bersentuhan dengan rangkaian yang diukur, sehingga mengurangi kesalahan pengukuran.

Berdasarkan uraian sebelumnya, dapat diketahui bahwa nilai kadar air kayu dapat diketahui dengan memanfaatkan perubahan nilai resistansinya. Nilai resistansi kayu dapat ditentukan jika besar beda potensial yang diberikan dan arus yang melewati kayu tersebut diketahui. Untuk mengetahui besar arus yang melewati kayu, dapat digunakan sensor GMR karena sensor GMR adalah sensor magnetik dengan sensitivitas yang tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengembangkan aplikasi sensor GMR untuk pengukuran kadar air kayu. Pada penelitian ini akan dirancang suatu sistem *wood moisture meter* dengan menggunakan sensor GMR yang berfungsi sebagai sensor arus listrik yang melewati kayu. Kemudian keluaran dari sensor GMR tersebut akan diolah oleh mikrokontroler dan hasilnya akan ditampilkan ke LCD dalam bentuk kadar air yang terukur.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka didapatkan beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana pengaruh kadar air kayu terhadap sifat resistansi kayu?
- b. Bagaimana respon sensor GMR terhadap kadar air kayu?
- c. Bagaimana desain prototipe dari *wood moisture meter* dengan menggunakan sensor GMR?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan sebelumnya, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui pengaruh dari kadar air kayu terhadap sifat resistansi dari kayu.

- b. Mengetahui respon dari sensor GMR terhadap kadar air kayu.
- c. Mengetahui desain prototipe dari *wood moisture meter* dengan menggunakan sensor GMR.

1.4 Batasan Masalah

Mengingat topik penelitian yang cukup luas, maka dalam penelitian ini diperlukan suatu pembatasan terhadap permasalahan yang akan dikaji sehingga penelitian akan fokus dalam tujuan yang telah dijelaskan sebelumnya. Beberapa batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. *Wood moisture meter* yang akan dirancang menggunakan metode resistansi, yaitu dengan mengukur arus listrik yang dihantarkan oleh kayu tersebut dimana resistivitas kayu tersebut dipengaruhi oleh kadar air di dalamnya.
- b. Sensor GMR yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sensor GMR jenis magnetometer produksi NVE dengan kode produksi AA002-02. Untuk menguji alat ukur yang dibuat, kayu yang digunakan memiliki jenis yang sama (hanya 1 jenis) dengan ukuran yang sama tetapi memiliki tingkat kadar air yang berbeda-beda.
- c. Mikrokontroler yang akan digunakan untuk mengolah data sinyal adalah Atmega 328p yang terdapat pada modul Arduino Uno.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian yang dilakukan ini diharapkan diperoleh informasi mengenai karakterisasi dari sensor GMR sebagai sensor arus listrik dan aplikasinya dalam perancangan alat ukur kadar air pada kayu (*wood moisture meter*). Apabila *wood moisture meter* yang dirancang bekerja dengan baik dan memiliki sensitivitas dan jangkauan pengukuran yang cukup besar, maka alat ini dapat diproduksi serta dikembangkan agar spesifikasi dari alat ini lebih baik dibandingkan *wood moisture meter* yang telah ada. Selain itu penelitian ini juga dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

Sistematika penulisan bertujuan untuk mendeskripsikan isi dari setiap bab dalam skripsi secara garis besar. Penulisan skripsi ini terdiri dari lima bab. Bab

satu merupakan pendahuluan yang berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi. Bab dua merupakan kajian pustaka yang berisi penjelasan tentang kadar air kayu, hukum Ohm, sumber medan magnetik, sensor GMR, transistor, penguat differensial pada op-amp, dan mikrokontroler. Bab tiga merupakan metode penelitian yang berisi tentang metode penelitian yang digunakan, waktu dan tempat penelitian, cara kerja alat, alat dan bahan, prosedur penelitian, dan perancangan dan pembuatan sistem deteksi kadar air kayu menggunakan sensor GMR. Bab empat merupakan hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan yang terdiri dari karakterisasi sensor, uji pengolahan sinyal, uji pengaruh kadar air kayu terhadap keluaran sensor, dan kalibrasi alat yang telah dibuat. Bab lima merupakan simpulan dan rekomendasi yang berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan rekomendasi untuk penelitian yang selanjutnya.