

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini akan membahas hal yang melatarbelakangi dilakukannya penelitian ini. Lalu akan dijabarkan pula mengenai rumusan masalah, tujuan, manfaat dan batasan masalah beserta sistematika penulisan pada penelitian ini.

1.1 Latar Belakang Penelitian

Matahari memiliki pengaruh besar terhadap planet-planet yang ada di sekitarnya, termasuk bumi. Energi yang dihasilkan oleh matahari sangat bermanfaat bagi manusia. Hal ini didasari karena matahari merupakan salah satu dari tiga sumber energi utama yang tersedia bagi manusia, meliputi bahan bakar fosil, energi nuklir, dan energi surya, (Glaser, 1968). Dari ketiga sumber daya energi tersebut, matahari merupakan energi utama bagi manusia untuk bisa bertahan hidup di bumi. Salah satu contoh dari pemanfaatan energi matahari ini adalah panel sel surya atau *solar cell panel*, yang merupakan suatu alat untuk mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik (Swami, 2012).

Selain berperan sebagai sumber energi yang dimanfaatkan oleh manusia untuk bertahan hidup di bumi, ternyata matahari pun dapat menjadi sumber gangguan yang terjadi pada atmosfer bumi maupun media antar planet di tata surya. Salah satu gangguan tersebut yaitu meningkatnya aktivitas matahari yang berpengaruh langsung pada lapisan magnetosfer dan ionosfer bumi, sehingga menyebabkan munculnya badai geomagnetik yang dapat memberikan dampak terhadap jaringan komunikasi, penerbangan, dan kerusakan pada jaringan listrik (Wellyanita dan Kesumaningrum, 2016). Badai geomagnetik ini merupakan gangguan utama pada magnetosfer bumi yang terjadi ketika terdapat perubahan energi yang signifikan dari angin matahari terhadap lingkungan di ruang angkasa yang melingkupi bumi (NOAA, 2014). Bahkan, dengan adanya badai tersebut dapat berpotensi meningkatkan konsentrasi ozon yang menyebabkan bertambahnya temperatur di permukaan bumi (Martiningrum, Purwono, Nuraeni, dan Muhamad, 2012).

Badai geomagnetik yang cukup besar pernah terjadi pada bulan Maret tahun 1989, yang menyebabkan padamnya jaringan listrik selama lebih dari 9 jam akibat dari meningkatnya kuat arus sehingga terjadi ketidakseimbangan pada saluran transmisi 750 kV di Quebec, Amerika Serikat (Quebec, 2012). Sedangkan pada tahun 1932, terjadi pula badai geomagnetik besar yang dilihat berdasarkan indeks Dst hingga mencapai nilai -760 nT (Cliver dan Svalgaard, 2004). Sedangkan yang lebih besar lagi terjadi pada bulan September tahun 1859 hingga mencapai nilai indeks Dst sebesar -1760 nT, dan kejadian ini dikenal dengan nama *Carrington Event* (Lakhina, Alex, Tsurutani, dan Gonzalez, 2004).

Dalam rangka upaya menyediakan informasi peringatan dini terhadap kemungkinan buruk yang akan terjadi, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) di Indonesia memiliki kegiatan rutin untuk memprediksi kemungkinan terjadinya badai tersebut dalam rentang waktu 24 jam ke depan. LAPAN merupakan lembaga pemerintahan yang berfokus pada bidang penelitian, pengembangan kedirgantaraan dan pemanfaatannya serta penyelenggaraan keantariksaan. Salah satu kegiatan yang dilakukan LAPAN yaitu melakukan peramalan aktivitas badai geomagnetik secara manual dengan berdasar kepada ilmu dan pengetahuan yang dimiliki oleh para ahli, yang dimulai dari proses pengumpulan data, analisis data dengan perhitungan manual berdasarkan teori, diskusi hasil analisis dengan para peneliti matahari, hingga pada akhirnya diambil keputusan tingkat aktivitas badai geomagnetik yang akan terjadi untuk satu hari mendatang. Sebagai lembaga pemerintahan yang bergerak dalam fokus penelitian dan pengembangan, berdasarkan undang-undang keantariksaan nomor 21 tahun 2013 pasal 13 dan 14, LAPAN berkewajiban untuk memberikan informasi tentang cuaca antariksa kepada pengguna dan masyarakat. Adapun pengguna dalam hal ini merupakan organisasi atau perorangan yang membutuhkan data informasi prediksi geomagnetik, seperti perusahaan di bidang listrik dan keantariksaan. Pada tahun 2015, Pusat Sains Antariksa LAPAN membangun program *Space Weather Information and Forecast Services* (SWIFtS), dimana salah satu fitur yang dimilikinya yaitu prediksi aktivitas

geomagnet. Pada tahun 2015, tim *forecaster* dan pakar SWIFtS memprediksi dengan tepat aktivitas geomagnetik dengan akurasi sebesar 57,14 % (Winarko A. , 2016).

Dalam rangka mendukung proses prediksi, para peneliti maupun analis juga berusaha melakukan prediksi terhadap kemunculan aktivitas badai geomagnetik ini dengan menggunakan metode *machine learning*. Terdapat berbagai macam metode *machine learning* yang pernah digunakan seperti *Multivariate Relevance Vector Machine* (MVRVM) dalam memprediksi indeks Dst, AL dan PC (Andriyas dan Andriyas, 2017). Lalu dalam penelitian lain dilakukan pula prediksi badai geomagnetik berdasarkan indeks *Auroral Eletrojet* (AE) menggunakan empat model *Neuro-Fuzzy* yaitu *Brain Emotional Learning Based Fuzzy Inference System* (BELFIS), *Brain Emotional Learning Recurrent Fuzzy System* (BELRFS), *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) dan *Locally Linear Model Tree* (LoLiMoT) (Parsapoor, Bilstrup, dan Svensson, 2014). Selain itu terdapat pula penelitian serupa lainnya yang menggunakan metode *machine learning* seperti *singular spectrum analysis* dan *fuzzy descriptor models* (Mirmomeni, Kamaliha, Shafiee, dan Lucas , 2009), *dynamic neural networks* (Wu dan Lundstedt, 1997), *bayesian regularization*, *levenberg marquardt*, *non-autoregressive neural network multilayer perceptron*, *linear regression enter* dan *linear regression stepwise* (Casswell, 2014), *time-delay neural network* dan *particle swarm optimization* (Lazzus, et al., 2016), *gaussian processes autoregressive* (Chandorkar, Camporeale, & Wing, 1997), serta *support vector machine* (Choi, Moon, Vien, dan Park, 2012).

Dari berbagai metode *machine learning* yang telah ada, *Extreme Learning Machine* merupakan salah satu algoritma yang memiliki performa baik. ELM merupakan algoritma pembelajaran sederhana untuk *Single-Hidden Layer Feedforward Neural Network* (SLFNs), yang memiliki waktu pembelajaran hingga ribuan kali lebih cepat dibandingkan dengan *feedforward network* tradisional seperti *back-propagation* (Huang, Zhu, dan Siew, 2006). Algoritma ini cenderung akan memberikan performa generalisasi yang baik serta pencapaian tingkat galat yang kecil meskipun dalam waktu pembelajaran yang sangat cepat. Dalam melakukan pengujian terhadap performa algoritma ELM, Guang-Bin Huang melakukan

percobaan komparasi algoritma ELM dengan algoritma lain, khususnya dalam kasus klasifikasi. Pada percobaan klasifikasi *Forest Cover Type Prediction*, dilakukan perbandingan algoritma ELM, *Single-Hidden Layer Feedforward Neural Networks (SLFNs)* dan *Support Vector Machine (SVM)*. Hasil percobaan tersebut menunjukkan bahwa ELM memiliki waktu proses yang lebih cepat serta akurasi lebih baik. Hasil tersebut dilihat dari rincian *training speed*, *testing speed*, *training success rate* dan *testing success rate* sebesar 1,6148 detik, 0,7195 detik, 92,35% dan 90,21% pada ELM, 12 detik, N/A, 82,44% dan 81,85% pada BP, serta 693,60 detik, 347,78 detik, 91,70% dan 89,90% pada SVM. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan terhadap beberapa masalah penaksiran maupun klasifikasi dalam aplikasi yang besar dan kompleks, algoritma ELM menunjukkan kinerja generalisasi yang baik dan dapat melakukan pembelajaran dengan waktu yang ribuan kali lebih cepat dibanding algoritma konvensional untuk *feedforward neural networks* (Huang, Zhu, dan Siew, 2005).

Berdasarkan data akurasi prediksi yang dilakukan oleh LAPAN dan juga keunggulan dari algoritma *extreme learning machine*, maka dalam penelitian ini penulis bermaksud untuk memanfaatkan metode ELM dalam melakukan prediksi aktivitas badai geomagnetik. Sebagai pijakan awal, akurasi yang didapatkan LAPAN pada tahun 2015 menjadi tolok ukur untuk terbentuknya akurasi prediksi yang lebih baik dengan diimplementasikannya metode ELM ini. Pemanfaatan metode ini pun diharapkan dapat menambah variasi baru dalam melakukan model prediksi aktivitas badai geomagnetik serta dapat dijadikan alat bantu pendukung keputusan para peneliti dalam melakukan prediksi aktivitas geomagnet pada tahun-tahun berikutnya.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah, maka dapat dirumuskan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana implementasi algoritma *Extreme Learning Machine* pada pembangunan model untuk prediksi aktivitas badai geomagnetik?

2. Bagaimana hasil akurasi model prediksi aktivitas badai geomagnetik dengan metode *Extreme Learning Machine*?
3. Bagaimana hasil akurasi prediksi aktivitas badai geomagnetik tahun 2015 menggunakan model *Extreme Learning Machine* dibandingkan dengan yang dilakukan oleh LAPAN?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang model untuk prediksi aktivitas badai geomagnetik menggunakan algoritma *Extreme Learning Machine* dengan memanfaatkan bahasa pemrograman R.
2. Menghasilkan model prediksi aktivitas badai geomagnetik menggunakan algoritma *Extreme Learning Machine*.
3. Membandingkan hasil prediksi aktivitas badai geomagnetik menggunakan metode *Extreme Learning Machine* dengan prediksi pada tahun 2015 yang dilakukan oleh LAPAN serta untuk membantu peneliti sebagai alat pendukung keputusan.

1.4 Batasan Masalah Penelitian

Batasan masalah yang terdapat dalam penelitian ini akan dijabarkan sebagai berikut.

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari empat halaman website, yaitu CACTUS CME List untuk data *coronal mass ejection* (CME), iSolSearch Atmospheric Imaging Assembly untuk data *coronal hole* (CH), Solar Wind Electron Proton Alpha Monitor (SWEPAM) dan Magnetometer (MAG) untuk data *solar wind*, serta World Data Center for Geomagnetism Kyoto untuk data indeks Dst. Semua data yang dikumpulkan merupakan data pada tahun 2011-2016.
2. Program yang dibuat dalam penelitian ini hanya dapat melakukan peramalan terhadap 5 kelas target klasifikasi, yaitu *quiet*, *active*, *minor storm*, *moderate storm*, dan *major storm*. Sedangkan kelas *severe storm* tidak dimasukkan ke dalam

target kelas klasifikasi karena tidak pernah muncul dalam dataset yang dipakai dalam penelitian ini.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan dilaksanakannya penelitian mengenai pembangunan model prediksi aktivitas badai geomagnetik menggunakan algoritma *Extreme Learning Machine*, diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Membantu peneliti matahari khususnya di LAPAN agar dapat melakukan prediksi secara otomatis maupun sebagai pembantu pendukung keputusan dalam melakukan peramalan aktivitas badai geomagnetik.
2. Dapat dijadikan bahan pertimbangan dan pengembangan terhadap penggunaan algoritma *Extreme Learning Machine* dalam melakukan prediksi serta terhadap penelitian sejenis.
3. Model prediksi aktivitas badai geomagnetik yang dihasilkan dapat menjadi sebuah contoh bagi peningkatan kualitas model yang lebih baik lagi pada penelitian selanjutnya.

1.6 Struktur Organisasi Skripsi

Berikut merupakan struktur organisasi penulisan yang digunakan pada skripsi ini.

BAB I: PENDAHULUAN

Pada bab ini dijabarkan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian prediksi badai geomagnetik magnetik menggunakan *extreme learning machine*, rumusan masalah, tujuan dilakukannya penelitian, batasan-batasan yang diterapkan dalam penelitian ini, manfaat dilakukannya penelitian bagi khususnya bagi pihak LAPAN dan sistematika penulisan.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijabarkan mengenai fundamental teori dan studi literatur yang berhubungan dengan penelitian meliputi matahari, badai geomagnetik, prediksi,

machine learning, dan *extreme learning machine*. Dijabarkan pula mengenai informasi hasil penelitian terdahulu yang telah dilaksanakan oleh para ahli dalam melakukan prediksi aktivitas badai geomagnetik menggunakan *machine learning*.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijabarkan mengenai desain penelitian, metode penelitian serta alat dan bahan yang akan diterapkan dalam penelitian ini.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijabarkan mengenai hasil penelitian yang telah dilakukan, meliputi proses pengumpulan data, pra-proses data, implementasi algoritma *extreme learning machine* dalam melakukan prediksi aktivitas badai geomagnetik, eksperimen, serta analisis hasil penelitian.

BAB V: KESIMPULAN

Pada bab ini akan dijelaskan kesimpulan yang didapat setelah dilakukan penelitian mengenai prediksi badai geomagnetik menggunakan metode *extreme learning machine*, serta beberapa saran yang dapat dilakukan guna meningkatkan kualitas hasil penelitian terkait di waktu yang akan datang.

LAMPIRAN

Berisi beberapa dokumen serta data pendukung yang digunakan untuk menunjang keberlangsungan penelitian, seperti data *form checklist* prediksi badai geomagnetik oleh LAPAN, data parameter atau atribut serta target kelas aktivitas badai geomagnetik hasil *scraping website*, serta beberapa kode program yang dibuat selama penelitian berlangsung.