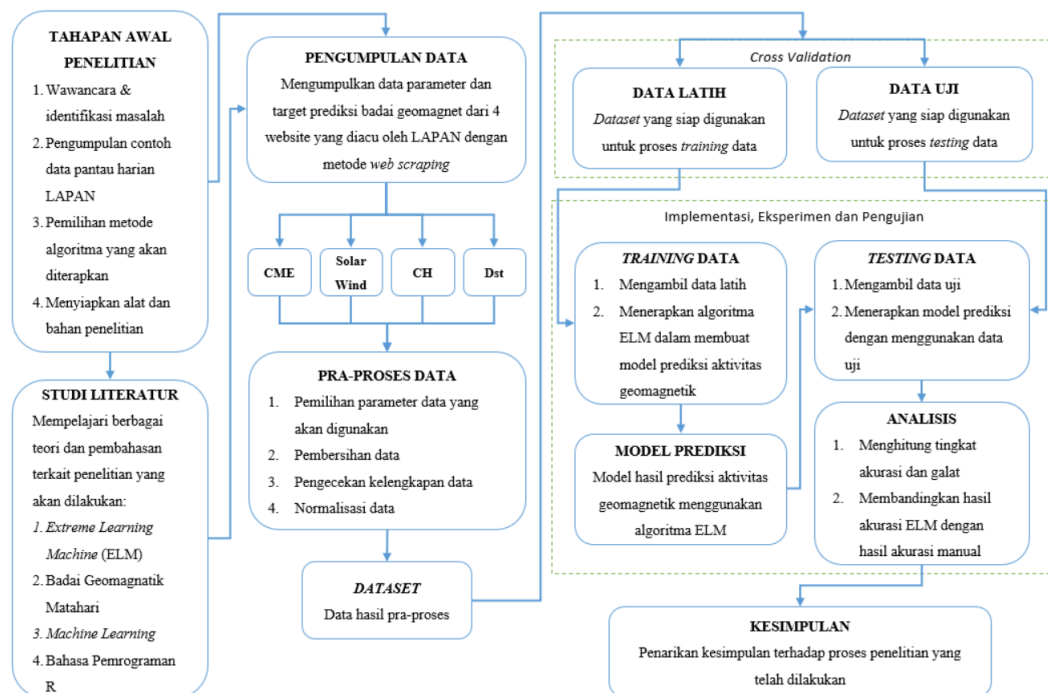


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan membahas mengenai gambaran besar rancangan penelitian yang dilakukan, meliputi desain penelitian, metode penelitian, serta alat dan bahan penelitian.

3.1 Desain Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, disusun sebuah desain penelitian yang merupakan gambaran pelaksanaan kerja yang akan dilakukan, sehingga dapat mempermudah penulis dalam melakukan kegiatannya. Dalam melakukan penelitian “Implementasi Algoritma *Extreme Learning Machine* Pada Prediksi Aktivitas Badai Geomagnetik”, penulis merancang desain penelitian yang berisi tahapan sistematis terhadap pekerjaan yang akan dilakukan.



Gambar 3.1 Desain Penelitian

Pada gambar 3.1. ditampilkan secara garis besar alur penelitian yang dilakukan pada proses penelitian ini. Penjabaran secara lebih lanjut mengenai desain penelitian tersebut akan dijelaskan sebagai berikut.

1. Tahapan Awal Penelitian

Tahap awal penelitian dimulai dengan proses wawancara dengan peneliti matahari yang melakukan peramalan aktivitas badai geomagnetik di Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) Kota Bandung. Wawancara ini dilakukan guna mengidentifikasi permasalahan serta tujuan penelitian, dimana dalam hal ini yaitu untuk memprediksi aktivitas badai geomagnetik. Lalu dilakukan pula pengumpulan contoh data peramalan harian aktivitas badai geomagnetik oleh LAPAN yang dijadikan data acuan awal untuk menentukan metode algoritma yang akan diimplementasikan untuk proses prediksi. Setelah itu dilakukan persiapan alat dan bahan yang digunakan untuk menunjang keberlangsungan penelitian ini, yang akan dijabarkan pada subbab 3.3.

2. Studi Literatur

Dalam tahap ini, dilakukan pengumpulan dan pemahaman berbagai teori serta pembahasan terkait penelitian yang akan dilakukan dari berbagai sumber yang valid untuk dijadikan referensi. Sumber literature yang didapatkan berasal dari berbagai media seperti, jurnal, buku, *website*, video dan lain-lain. Adapun subjek teori yang telah didapat untuk dipahami meliputi metode algoritma *extreme machine learning* (ELM), badai geomagnetik, *machine learning*, bahasa pemrograman R serta penelitian serupa yang pernah dilakukan sebelumnya. Selain itu, dilakukan pula proses latihan terhadap beberapa *tools* yang akan digunakan seperti bahasa pemrograman R dan cara melakukan *website scraping*.

3. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data pantauan harian dari tahun 2011-2016, meliputi data *coronal hole* (CH), *solar wind*, *coronal mass ejection* (CME) dan target klasifikasi kelas aktivitas badai geomagnetik yang ditunjukkan oleh indeks Dst. Pengumpulan data dilakukan dengan metode *website scraping*.

Semua data parameter yang akan digunakan dalam implementasi algoritma, berasal dari empat buah halaman *website* yang digunakan oleh LAPAN dalam melakukan peramalan aktivitas geomagnetik matahari. Adapun keempat halaman *website* tersebut meliputi CACTUS CME List dari Solar Influences Data Analysis Center yang berisi data *coronal mass ejection* (CME), iSolSearch dari Atmospheric Imaging Assembly yang berisi data *coronal hole* (CH), Solar and Heliospheric Observatory (SOHO) dari NASA yang berisi data *solar wind*, serta Geomagnetic Equatorial Dst index dari World Data Center for Geomagnetism, Kyoto yang berisi data indeks *disturbance storm-time* (Dst) yang merupakan target klasifikasi kelas aktivitas badai geomagnetik.

4. Pra-proses Data

Tahapan selanjutnya akan dilakukan pra-proses data terhadap semua data yang telah didapatkan. Pra-proses data dilakukan secara otomatis menggunakan bahasa pemrograman R terhadap masing-masing jenis data. Adapun proses ini terbagi ke dalam beberapa proses meliputi penentuan parameter yang akan digunakan, pembersihan data dari *missing values*, transformasi data, dan normalisasi data. Meskipun data yang dikumpulkan adalah data per hari., namun setiap per 1 hari tidak semuanya menunjukkan jumlah baris data yang sama. Hal ini terjadi karena dalam 1 hari data dapat terjadi berapa kejadian astronomi (CH, CME, *solar wind*). Oleh karena itu, dalam pra-proses ini setiap data akan diolah sehingga akan ditransformasi menjadi 1 hari hanya terdapat 1 baris data. Selain itu akan dilakukan transformasi pula terhadap data yang berjenis karakter atau teks menjadi numerik, dan normalisasi data dengan nilai rentang tertentu terhadap parameter data (CH, CME, dan *solar wind*) ssebelum dilakukan implementasi oleh algoritma terhadap data untuk proses prediksi.

5. *Dataset* dan *Cross Validation*

Hasil dari pra-proses data menghasilkan dataset yang akan digunakan pada proses implemetasi algoritma dan eksperimen. Sebelum dilakukan impementasi algoritma, dilakukan *cross validation* terhadap *dataset* hasil pemrosesan tersebut, yaitu proses pemisahan data menjadi dua bagian yaitu data latih dan data uji. Data

latih akan digunakan sebagai input pada proses *training* data, sedangkan data uji akan digunakan sebagai input untuk tahap *testing*.

6. *Training* Data dan Model Prediksi

Pada tahap ini dilakukan proses pembelajaran data dengan algoritma *machine learning* dimana dalam penelitian ini akan digunakan metode algoritma *Extreme Learning Machine* untuk mendapatkan model prediksi aktivitas badai geomagnetik. Input yang digunakan dalam proses ini adalah data latih yang telah dilakukan pra-pemrosesan data serta *cross validation* sebelumnya. Dalam proses ini dilakukan eksperimen dengan melakukan beberapa perubahan seperti penggunaan variasi jumlah *hidden neuron*, penggunaan variasi fungsi aktivasi, penggunaan regularisasi dengan koefisien yang berbeda, penggunaan *k-fold cross validation*. Hasil dari proses *training data*, akan dihasilkan model prediksi awal untuk aktivitas badai geomagnetik yang akan siap digunakan pada proses selanjutnya yaitu *testing* data.

7. *Testing* Data

Testing data merupakan proses pengujian data dengan menerapkan model prediksi aktivitas badai geomagnetik yang telah berhasil ditemukan dari proses *training* data terhadap data uji. Input yang digunakan dalam proses ini adalah data uji yang telah dilakukan pra-pemrosesan data serta *cross validation* sebelumnya. Pengujian data dilakukan beberapa kali mengikuti sejumlah eksperimen yang dilakukan. Dari hasil eksperimen tersebut, akan diambil model prediksi dengan akurasi terbaik, yang akan dijadikan sebagai model akhir. Setelah pengujian data dilakukan, maka selanjutnya akan dilakukan perbandingan keluaran data hasil pengujian dengan data sebenarnya yaitu dengan data tahun 2015 yang telah dilakukan oleh pihak LAPAN sebelumnya. Lalu akan dilakukan pula uji coba pada data tahun 2016 untuk mengetes seberapa baik akurasi yang didapatkan berdasarkan model akhir prediksi oleh algoritma *extreme learning machine* yang telah dibangun.

8. Analisis

Setelah proses pengujian data selesai dilakukan, selanjutnya akan dilakukan analisis hasil penelitian untuk mengetahui apakah proses prediksi aktivitas geomagnetik yang dilakukan dengan algoritma *extreme machine learning* (ELM) memiliki tingkat akurasi yang baik atau tidak. Dalam proses ini dilakukan perhitungan tingkat *error* yang didapat dari hasil penelitian ini, dibandingkan dengan data yang sebenarnya. Hasil akurasi yang telah didapatkan akan dibandingkan dengan hasil akurasi manual yang telah dilakukan oleh pihak Lapan, yaitu data tahun 2015.

9. Kesimpulan

Pada tahap ini, akan dilakukan penarikan kesimpulan terhadap penelitian yang telah dilakukan. Lalu ditambah pula pemberian saran oleh penulis terhadap penelitian serupa untuk dilakukan pengembangan agar penelitian seperti ini dapat menemukan hasil yang lebih baik lagi pada kegiatan selanjutnya.

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini terbagi ke dalam dua bagian, meliputi metode yang digunakan dalam proses pengumpulan data serta metode yang digunakan dalam proses pengembangan perangkat lunak. Penjelasan mengenai kedua tahapan metode tersebut akan dijelaskan lebih lanjut sebagai berikut.

3.2.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan melalui tahapan sebagai berikut.

a. Observasi dan Wawancara

Pada tahap ini dilakukan kunjungan langsung ke Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) Kota Bandung. Proses wawancara dilakukan dengan peneliti matahari yang melakukan prediksi aktivitas badai geomagnetik. Pada tahap awal didapatkan contoh data prediksi harian yang dilakukan oleh

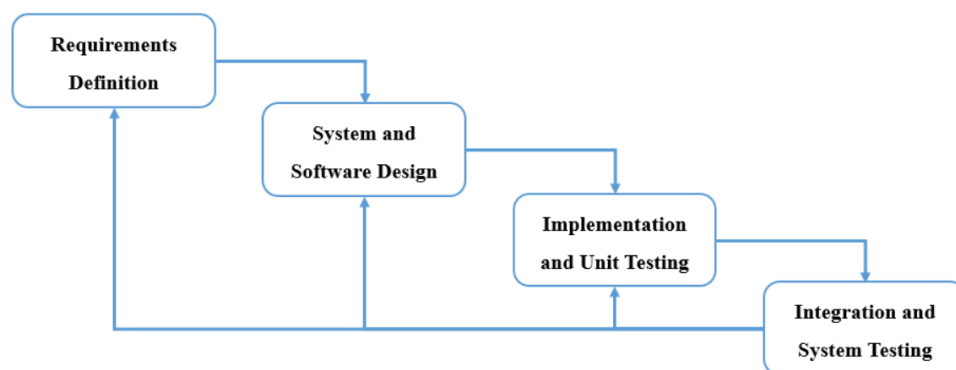
LAPAN, dilanjutkan dengan diskusi mengenai penentuan parameter yang akan digunakan pada pelaksanaan penelitian. Setelah itu diberikan sumber data *website* yang digunakan oleh LAPAN dalam melakukan prediksi aktivitas badai geomagnetik.

b. *Website Scraping*

Pada tahap ini dilakukan proses pengambilan data secara otomatis dari empat halaman *website* yang berbeda untuk masing-masing mendapatkan data parameter *coronal hole* (CH), *coronal mass ejection* (CME), *solar wind*, serta data target kelas klasifikasi aktivitas badai geomagnetik. Program yang dibangun untuk melakukan *website scraping* ini dibangun menggunakan pemrograman bahasa R dengan susunan kode program yang berbeda-beda untuk masing-masing halaman *website*.

3.2.2 Metode Pengembangan Perangkat Lunak

Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan dalam pembangunan penelitian ini adalah dengan pendekatan model *waterfall*, yang ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Model Pengembangan Perangkat Lunak *Waterfall*

Adapun penjabaran tahapan yang akan dilakukan dengan menggunakan pendekatan model perangkat lunak ini adalah sebagai berikut.

a. *Requierements Definition*

Dalam tahap ini dilakukan pengumpulan data dan informasi yang dilakukan melalui observasi, wawancara dan *website scraping* serta diskusi mengenai identifikasi permasalahan yang dapat diteliti dengan pihak Lapan melalui peneliti matahari yang melakukan prediksi aktivitas badai geomagnetik. Dalam tahap ini dilakukan beberapa kali diskusi hingga konsep penelitian benar-benar matang dan proses pembangunan model prediksi dapat dilakukan dengan tepat dan sesuai tujuan. Dilakukan juga proses pemahaman materi melalui studi literatur yang berkaitan dengan penelitian untuk mendalami kebutuhan sistem yang akan dibangun.

b. *System and Software Design*

Setelah semua data yang dibutuhkan terkumpul, tahap selanjutnya adalah melakukan perancangan model *extreme learning machine* sesuai dengan data yang telah didapatkan. Penyusunan tahapan-tahapan dari algoritma *extreme learning machine* dilakukan pada proses *coding* dapat dilakukan dengan baik. Pemilihan bahasa pemrograman pun ditentukan untuk mengimplementasikan model yang dirancang.

c. *Implementation and Unit Testing*

Pada tahap ini dilakukan proses *coding* program dengan menerapkan algoritma *Extreme Learning Machine* menggunakan bahasa pemrograman R. Setiap fungsi yang dibangun dalam kode program akan dilakukan pengujian untuk melihat baik atau tidaknya fungsi tersebut saat dieksekusi.

d. *Integration and System Testing*

Pada tahap ini melakukan uji coba data yang telah didapatkan menggunakan algoritma *exteme learning machine* yang telah dibuat. Hasil dari pengujian akan divalidasi untuk mengecek akurasi yang didapatkan dari hasil pengujian. Jika masih ditemukan kesalahan, maka akan dilakukan perbaikan kode program aataupun rancangan model sehingga sistem dapat dibangun sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Dalam menunjang keberlangsungan penelitian, penulis memanfaatkan alat dan bahan yang digunakan selama kegiatan ini berlangsung. Adapun alat dan bahan ini meliputi perangkat keras, perangkat lunak, bahan kajian beserta sejumlah data yang akan dijelaskan sebagai berikut.

3.3.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perangkat keras dan perangkat lunak. Berikut daftar alat yang digunakan selama penelitian ini berlangsung.

1. Laptop dengan spesifikasi sebagai berikut.
 - a. Intel(R) Core(TM) i5-6300HQ CPU @2.30GHz (4 CPUs)
 - b. RAM dengan kapasitas 8GB DDR4
 - c. Nvidia Geforce GT 940MX VRAM 2GB
 - d. Harddisk dengan kapasitas 1TB
 - e. Monitor 17,3 inch dengan resolusi 1920 x 1080 (64 bit)
2. Mouse
3. Keyboard
4. Microsoft Windows 10 Enterprise 64-bit (10.0, Build 14393)
5. RStudio versi 1.0.136
6. Microsoft Office Excel 2013
7. Browser Google Chrome versi 61.0.3163.100 (Official Build) (64-bit)

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini terdiri dari data pada tahun 2011-2016 yang berasal dari 4 halaman website, meliputi:

1. Data *coronal hole* (CH): <http://suntoday.lmsal.com/suntoday/>
2. Data *coronal mass ejection* (CME):
<http://sidc.oma.be/cactus/catalog.php>
3. Data *solar wind*:
<ftp://sohoftp.nascom.nasa.gov/sdb/goes/ace/daily/>
4. Data indeks Dst: <http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dstdir/index.html>

Selain itu didukung pula oleh berbagai referensi data informasi yang mengandung sumber kajian materi baik yang berasal dari jurnal, *e-book*, artikel maupun halaman *website* yang sesuai dengan topik yang dibahas pada penelitian ini meliputi *Machine Learning*, matahari, aktivitas geomagnet, *machine learning* dan *Extreme Learning Machine*.