SKRIPSI

SHORT-TERM FORECASTING PADA SUATU MINIATUR STASIUN CUACA MENGGUNAKAN ALGORITMA *APRIORI*

Disusun dan diajukan oleh:

MUHAMMAD AINAL MUNZIR

D421 15 501

DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

SKRIPSI

SHORT-TERM FORECASTING PADA SUATU MINIATUR STASIUN CUACA MENGGUNAKAN ALGORITMA *APRIORI*

Disusun dan diajukan oleh:

MUHAMMAD AINAL MUNZIR

D421 15 501

DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : MUHAMMAD AINAL MUNZIR

Nim : D421 15 501

Program Studi : S1 Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang berjudul :

SHORT-TERM FORECASTING* PADA SUATU MINIATUR STASIUN CUACA MENGGUNAKAN ALGORITMA *APRIORI

Adalah karya ilmiah saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan/ditulis/diterbitkan sebelumnya, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari ternyata didalam naskah skripsi ini terdapat unsur-unsur djiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut dan diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2000, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Makassar, 2 Desember 2021

Yang membuat Pernyataan

MUHAMMAD AINAL MUNZIR

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

SHORT-TERM FORECASTING* PADA SUATU MINIATUR STASIUN CUACA MENGGUNAKAN ALGORITMA *APRIORI

Disusun dan diajukan oleh

MUHAMMAD AINAL MUNZIR

D421 15 501

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian

Studi Program Sarjana Program Studi Informatika

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 2 Desember 2021

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama,	Pembimbing Pendamping,
Dr. Indrabayu, S.T.,M.T.,M.Bus.Sys.	Anugrayani Bustamin, S.T.,M.T.
Nip. 19750716 200212 1 004	Nip. 19901201 201807 4 001

Ketua Program Studi

Dr. Amil Ahmad Ilham, S.T., M.IT

Nip. 19731010 199802 1 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir yang berjudul "*Short-Term Forecasting Pada Suatu Miniatur Stasiun Cuaca Menggunakan Algoritma Apriori"* dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan jenjang Strata-1 pada Departemen Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan dan penulisan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari banyak pihak yang telah memberi bimbingan, bantuan, dan dukungan dari masa perkuliahan hingga sampai masa penyusunan tugas akhir. Dengan ketulusan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis, bapak dr. Safruddin dan ibu dr. Fintje Jontah serta saudara penulis yang telah memberi dukungan, didikan, dan kasih sayang yang tanpa batas.
2. Bapak Dr. Indrabayu, S.T.,M.T.,M.Bus.Sys selaku pembimbing I dan ibu Anugrayani Bustamin, S.T.,M.T. selaku pembimbing II atas kesabaran dan perhatian luar biasa dalam membimbing penulis selama penelitian dan penyusunan tugas akhir.
3. Ibu Dr. Eng. Intan Sari Areni, S.T.,M.T. dan bapak A. Ais Prayogi Alimuddin, S.T.,M.Eng. atas masukan dan nasehat yang sangat membantu penulis dalam penyusunan tugas akhir.

4. Bapak Dr. Amil Ahmad Ilham, S.T.,M.IT., selaku Ketua Departemen Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas bimbingannya selama masa perkuliahan penulis.
5. Bapak Dr. Adnan, S.T.,M.T., dan M. Fachrial Yunizar, S.T., yang telah memberi bimbingan dan arahan selama masa penelitian.
6. Bapak Eddy Syarif dan keluarga atas dukungan dan didikannya selama 7 tahun terakhir.
7. Keluarga AIMP *Research Group* FT-UH yang telah memberikan begitu banyak bantuan dan masukan selama penelitian hingga penyusunan tugas akhir
8. Teman seperjuangan Hypervisor atas dukungan, semangat dan persahabatan yang diberikan dari semester 1 hingga sekarang.
9. Segenap Staf dan Dosen Departemen Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membantu penulis.
10. Terima kasih khusus kepada A. Nurul Rahmah Akbar, S.T., Kelvin, S.T., Kevin Christian Halim, S.T., dan Eleni Petrelli.

Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberi manfaat untuk pengembangan penelitian-penelitian selanjutnya, serta dapat menambah wawasan bagi pembaca.

Makassar, 2 Desember 2021

Penulis

ABSTRAK

Indonesia adalah negara kepulauan yang terletak di sepanjang garis khatulistiwa. Karena letak dan bentuk geografisnya, Indonesia memiliki banyak variabel yang dapat memengaruhi kondisi cuacanya. Tidak sedikit bencana alam dan kerugian yang disebabkan oleh perubahan cuaca ekstrim dan sulitnya manusia dalam mengikuti perubahan tersebut. Dengan membuat sistem prakiraan cuaca yang akurat, berskala kecil dan beroperasi secara otonom diharapkan dapat mempermudah antisipasi dari bencana alam dan kerugian yang disebabkan oleh perubahan tersebut. Dalam penelitian ini dirancang sebuah sistem prakiraan cuaca menggunakan algoritma apriori. Data yang digunakan berjumlah 2098 baris data dan tiap baris diwakili oleh empat parameter cuaca, yaitu temperatur, kelembapan udara, kecepatan angin dan arah angin. Data tersebut ditangkap oleh sebuah miniatur stasiun cuaca hasil rancang bangun yang beroperasi selama ±100 jam. Adapun komponen dari stasiun cuaca adalah sensor DHT22, anemometer, wind vane, Arduino Mega 2560, LoRa Shield dan LoRa HAT, serta Raspberry Pi 3 model B. Penulis melakukan evaluasi variasi nilai *minimum support* dan *minimum confidence*, untuk menentukan nilai dari kedua variabel yang paling sesuai untuk data hasil tangkap dari rangkaian stasiun cuaca. Aturan-aturan ini kemudian digunakan untuk mengekstrak informasi yang dapat digunakan dalam prakiraan cuaca. Aturan dengan nilai confidence tertinggi yaitu {Barat Laut}→{Tinggi,Hangat}|(C=0,713), {Selatan}→{Panas,Normal}|(C=0,727), dan {Sdkt Tenang,Barat Laut}→{Tinggi,Hangat}|(C=0,749) dengan menggunakan *minconf* = 0.7 pada kandidat *frequent itemset* dengan *minsupp* = 0.1.

Kata Kunci: Miniatur stasiun cuaca, Arduino Mega 2560, prakiraan cuaca, algoritma apriori, dan aturan asosiasi.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR iv

ABSTRAK vii

DAFTAR ISI viiii

DAFTAR GAMBAR xi

DAFTAR TABEL xiii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Rumusan Masalah 2

1.3. Tujuan Penelitian 2

1.4. Manfaat Penelitian 3

1.5. Batasan Masalah 3

1.6. Sistematika Penulisan 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5

2.1. Cuaca 5

2.2. Stasiun Cuaca 6

2.2.1. Miniatur Stasiun Cuaca 8

2.3. Sensor DHT22 8

2.3.1. Spesifikasi Sensor DHT22 9

2.4. Sensor Kecepatan Angin (Anemometer) 9

2.4.1. Spesifikasi Anemometer 10
2.5. Sensor Arah Angin 11
2.5.1. Spesifikasi Wind Vane 12
2.6. Mikrokontroler Arduino 12
2.6.1. Arduino Mega 2560 14
2.7. LoRa 16
2.7.1. LoRa Shield.....17
2.7.2. LoRa GPS/HAT 18
2.8. Raspberry Pi 19
2.8.1. Raspberry Pi 3 Model B 20
2.9. Data Mining..... 22
2.10. Association Rule 25
2.11. Algoritma Apriori 29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... 32
3.1. Tahapan Penelitian 32
3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian..... 34
3.3. Instrumen Penelitian..... 34
3.4. Alur Sistem Secara Umum 35
3.5. Pembuatan Stasiun Cuaca..... 36
3.5.1. Pembuatan Hardware 37

3.5.2. Pembuatan Software.....44

3.6. Akuisisi Data 46

3.7. Perancangan dan Implementasi Sistem 47

3.6.1. Input Data 48

3.6.2. Pencarian Kandidat 50

3.6.3. Pencarian Aturan Asosiatif 52

3.6.4. Pencarian Nilai Lift Ratio 53

3.8. Analisis Kerja Sistem 54

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 55

4.1. Hasil Rancang Bangun Alat 55

4.2. Hasil Implementasi Sistem 62

4.2.1 Preprocessing Data.....62

4.2.2 Aturan Asosiasi 63

4.3. Pembahasan 68

4.3.1 Packet Loss.....68

4.3.2 Pengaruh Minimum Support dan Minimum Confident Terhadap Aturan Yang Dihasilkan 68

BAB V PENUTUP..... 71

5.1. Kesimpulan..... 71

5.2. Saran 72

DAFTAR PUSTAKA 73

LAMPIRAN 76

Lampiran 1. Tabel Validasi 77

Lampiran 2. Perhitungan Frequent Itemset untuk Minimum Support 0,4 dan 0,5 104

Lampiran 3. Tabel Aturan Asosiasi 108

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sensor DHT22 10

Gambar 2.2. Sensor Anemometer 11

Gambar 2.3. Berbagai Jenis Instrumen Penunjuk Arah Angin 12

Gambar 2.4. Wind Vane dengan 8 Mata Angin 12

Gambar 2.5. Arsitektur Arduino Mega 2560 16

Gambar 2.6. Dragino LoRa Shield 18

Gambar 2.7. Dragino LoRa HAT 20

Gambar 2.8. Raspberry Pi 3 Model B 22

Gambar 2.9. Tahapan *Data Mining* 25

Gambar 3.1. Tahapan Penelitian 323

Gambar 3.2. Gambaran Keseluruhan Sistem Secara Umum 36

Gambar 3.3. Blok Diagram Cara Kerja Sistem 39

Gambar 3.4. Gambar Skematik LoRa Shield yang Terpasang di atas Arduino Mega 2560 40

Gambar 3.5. Gambar Skematik Sensor DHT22 40

Gambar 3.6. Gambar Skematik Sensor Anemometer 41

Gambar 3.7. Gambar Skematik Sensor Wind Vane 42

Gambar 3.8. Gambar Skematik Keseluruhan Sistem Stasiun Cuaca 45

Gambar 3.9. *Flowchart* Sistem Stasiun Cuaca 46

Gambar 3.10. *Source Code* Pemrosesan Data pada LoRa *Node* 47

Gambar 3.11. Pseudocode Apriori yang Digunakan 48

Gambar 4.1. Sensor DHT22 (kiri) dan Sensor Anemometer (kanan) 57

Gambar 4.2. Sensor Wind Vane 57

Gambar 4.3. Perakitan *Node* 58

Gambar 4.4. Perakitan *Gateway* 58

Gambar 4.5. Grafik Parameter Temperatur 59

Gambar 4.6. Grafik Parameter Kelembapan 59

Gambar 4.7. Grafik Parameter Kecepatan Angin 60

Gambar 4.8. Potongan Source Code Setelah Kalibrasi Sensor Anemometer 61

Gambar 4.9. Miniatur Stasiun Cuaca yang Sedang Beroperasi 62

Gambar 4.10. Miniatur Stasiun Cuaca yang Sedang Menerima Data 62

Gambar 4.11. Contoh Hasil Pembacaan Alat yang tersimpan di Database 62

Gambar 4.12. Sampel Data Sebelum *Preprocessing* 63

Gambar 4.13. Sampel Data Sesudah *Preprocessing* 63

Gambar 4.14. Grafik Aturan Asosiasi yang Dihasilkan dari Variasi Nilai *Minimum Support* dan *Minimum Confidence* 65

Gambar 4.15. Baris yang Memiliki Packet Loss 69

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Tabel Skematik Sensor DHT22 41

Tabel 3.2. Tabel Skematik Sensor Anemometer..... 41

Tabel 3.3. Tabel Skematik Sensor Wind Vane 42

Tabel 3.4. Tabel Wiring Pin LoRa Hat 44

Tabel 3.5. Klasifikasi Temperatur (Tabel A) dan Kelembapan (Tabel B)..... 50

Tabel 3.6. Klasifikasi Kecepatan Angin 50

Tabel 4.1. Aturan Asosiasi yang Memiliki Lebih dari 2 *itemsets* untuk *min support* 0,1 dan *min confidence* 0,5..... 67

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara tropis yang terletak di sepanjang garis khatulistiwa dengan jumlah pulau kurang lebih 17.000 pulau, menjadikannya negara kepulauan terbesar di dunia. Luas total wilayah Indonesia adalah 7,81 juta km^2 yang terdiri dari 2,01 juta km^2 daratan dan 3,25 juta km^2 lautan (Agus Subandriyo dalam sambutannya di Focus Group Discussion 2015). Karena letak dan bentuk geografisnya, Indonesia memiliki banyak variabel yang dapat memengaruhi kondisi cuacanya, terlepas dari parameter seperti suhu, tekanan, curah hujan, intensitas cahaya, dan kecepatan angin. Faktor lain yang memengaruhi perubahan cuaca adalah luas permukaan laut, arah angin, serta el nino dan la nina. Hal tersebut menyebabkan Indonesia memiliki sistem cuaca yang berfluktuasi (Yamanaka M.D, 1996 dalam *blog* yang ditulis oleh Hendrik B. Hertanto).

Keadaan cuaca yang tidak konstan ini secara langsung mempengaruhi aspek-aspek kehidupan masyarakat seperti pertanian, perikanan, transportasi, serta konstruksi-konstruksi hidrologi seperti jembatan, bendungan, dan pelabuhan (Jurnal Ilmiah Inovasi yang ditulis oleh Wendy T. Nugroho. 2017). Tidak sedikit bencana alam dan kerugian, baik berupa material maupun non-material yang disebabkan oleh perubahan cuaca ekstrim maupun yang terjadi secara tiba-tiba.

Untuk mengantisipasi fluktuasi cuaca diperlukan sistem prakiraan cuaca yang akurat. Prakiraan cuaca sendiri adalah penggunaan ilmu dan teknologi dalam

memprediksi keadaan atmosfer bumi pada masa datang untuk suatu tempat tertentu. Dalam memprakirakan cuaca diperlukan sarana pengukuran cuaca, komputasi data berjumlah banyak, dan tenaga pengamat yaitu ahli meteorologi yang paham dan mampu menganalisis data cuaca secara kritis.

Dengan adanya suatu sistem independen yang dapat beroperasi tanpa manusia yang mampu memprakirakan keadaan cuaca yang akan datang secara *real-time* dan akurat, maka diharapkan dapat mengantisipasi datangnya bencana alam dan mengurangi kerugian yang disebabkan oleh perubahan cuaca tersebut. Atas dasar latar belakang tersebut, maka topik penelitian dengan judul "*Short-term Forecasting* Pada Suatu Miniatur Stasiun Cuaca Menggunakan Algoritma *Apriori*" diangkat sebagai bentuk penelitian awal terhadap prediksi cuaca secara umum.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana cara mengakusisi data cuaca dari sebuah rangkaian miniatur stasiun cuaca?
2. Bagaimana cara mencari hubungan antar parameter cuaca menggunakan algoritma apriori?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Untuk mengakusisi data cuaca dari sebuah rangkaian miniatur stasiun cuaca.

2. Untuk membuat sebuah sistem pencarian hubungan antar parameter cuaca dengan menggunakan algoritma apriori.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat dalam bentuk pengetahuan maupun referensi yang berkaitan dengan pembuatan dan pengolahan data dari suatu sistem miniatur stasiun cuaca, yang dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian selanjutnya.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah yang ditentukan dalam sistem ini adalah:

1. Variabel cuaca yang digunakan sebagai dataset adalah temperatur, kelembapan udara, kecepatan angin, dan arah angin. Dataset berjumlah akumulasi data cuaca sebanyak 2098 *record*.
2. Sistem miniatur stasiun cuaca dibuat menggunakan mikrokontroler Arduino, sensor parameter meteorologi, Raspberry Pi, dan LoRa.
3. Batasan wilayah penelitian yaitu sekitaran Kampus II Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran singkat mengenai isi tulisan secara keseluruhan, maka akan diuraikan beberapa tahapan dari penulisan secara sistematis, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan secara umum mengenai hal yang menyangkut latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan manfaat penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori-teori terkait hal-hal yang mendasari dan berhubungan dengan penelitian, termasuk di dalamnya cuaca, mikrokontroler, sensor parameter cuaca dan metode-metode yang digunakan dalam penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode pengumpulan data, perencanaan alat dan bahan penelitian, proses pembuatan miniatur stasiun cuaca serta proses penerapan algoritma dan metode-metode dalam pengolahan data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil penelitian dan pembahasan terkait perancangan alat dan pengolahan data yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang didapatkan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan sistem yang lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Cuaca

Cuaca menurut KBBI adalah keadaan udara pada suatu tempat tertentu dengan jangka waktu terbatas. Keadaan udara ini meliputi temperatur, cahaya matahari, kelembapan, kecepatan angin, dan sebagainya. Kebanyakan fenomena cuaca terjadi pada lapisan atmosfir terendah, yaitu troposfer. Cuaca mengacu kepada keadaan atmosfer bumi, termasuk di dalamnya pergerakan awan dari hari ke hari.

Cuaca utamanya terjadi karena perbedaan tekanan udara, temperatur, dan kelembapan antara satu tempat dengan tempat lainnya. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh sudut cahaya matahari yang datang pada tempat tertentu, yang bervariasi dari sudut garis lintang terhadap garis tropis. Semakin rendah sudut cahaya matahari maka semakin rendah suhu suatu tempat, dikarenakan persebaran cahaya matahari terhadap permukaan yang lebih besar (Joseph M Moran, 2005). Selain sudut cahaya matahari, perbedaan ini juga dapat disebabkan oleh jenis suatu permukaan seperti permukaan laut, hutan, gurun, salju, dan sebagainya.

Karena salah satu sifat fisik udara yang berpindah dari tempat bertekanan tinggi ke tempat bertekanan rendah, perbedaan keadaan udara akan menyebabkan udara tersebut berpindah. Tidak jarang udara membawa partikel-partikel kecil seperti uap air dan debu, yang menyebabkan udara dapat bersifat panas atau dingin.

Pergerakan udara dingin dan panas ini terjadi di seluruh bagian dunia, dan inilah yang disebut sistem cuaca.

Adapun fenomena cuaca umum yang terjadi diantaranya kehadiran angin, awan, hujan, salju, kabut, gelombang panas dan badai pasir. Fenomena yang lebih jarang terjadi meliputi bencana-bencana alam seperti tornado, badai, topan, dan badai salju.

2.2. Stasiun Cuaca

Stasiun cuaca adalah seperangkat alat atau instrument yang digunakan untuk mengamati kondisi atau perubahan cuaca, iklim, dan atmosfer di suatu wilayah dan merekamnya kedalam bentuk data. Data tersebut dicatat kedalam sebuah *data logger* sehingga dapat dipelajari oleh pengguna atau peneliti.

Stasiun cuaca pada umumnya memiliki instrument sebagai berikut:

- Termometer untuk mengukur temperatur udara
- Barometer untuk mengukur tekanan atmosfer
- Hygrometer untuk mengukur kelembapan
- Anemometer untuk mengukur kecepatan angin
- Pyranometer untuk mengukur radiasi cahaya matahari
- Rain gauge untuk mengukur curah hujan dalam jangka waktu tertentu
- Wind vane untuk mengetahui arah angin bertiup

Stasiun cuaca juga dapat memiliki instrumen yang lebih khusus untuk pemantauan data yang lebih spesifik seperti:

- Disdrometer untuk mengukur persebaran butir hujan
- Transmissiometer untuk mengukur jarak pandang
- Ceilometer untuk mengukur jarak awan ke permukaan bumi

Dalam stasiun cuaca, pemantauan cuaca manual dapat dilakukan sekali dalam satu hari, sedangkan pemantauan cuaca otomatis dapat dilakukan secara berkala, biasanya sekali tiap satu jam. Pada penelitian ini stasiun cuaca dirancang sedemikian rupa hingga berfungsi seperti stasiun cuaca otomatis atau AWS (*Automatic Weather Station*).

Dalam proses penyampaian datanya, stasiun cuaca terbagi kedalam dua sistem, yaitu *Real Time AWS* dan *Off Time AWS*. *Real Time AWS* adalah suatu stasiun cuaca yang memproses data secara *real time*, pada umumnya stasiun cuaca jenis ini dilengkapi dengan sistem komunikasi serta alarm yang akan aktif pada saat terjadi kondisi cuaca ekstrim sebagai pemberi peringatan kepada pengguna. Sedangkan pada *Off Time AWS*, stasiun cuaca hanya akan merekam data dan menyimpannya pada sebuah media penyimpanan. Sehingga jika sewaktu-waktu diperlukan dapat diambil dan dipergunakan oleh pengguna (Saqiraz N. A. Cahyati, 2018).

Adapun yang dimaksudkan dengan *short-term forecasting* adalah perkiraan kejadian jangka pendek di masa depan. Dengan menggunakan stasiun cuaca penulis akan memprakirakan keadaan cuaca jangka pendek berdasarkan data keadaan cuaca yang diperoleh. Jangka pendek dalam hal ini adalah pengambilan data dalam

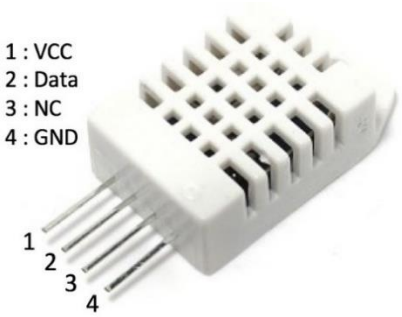
rentang waktu pendek yaitu beberapa hari dengan resolusi *interval* data yang lebih rinci ketimbang data cuaca pada umumnya.

2.2.1. Miniatur Stasiun Cuaca

Selain digunakan untuk kebutuhan lembaga atau perusahaan, stasiun cuaca juga dapat dimiliki dan dioperasikan oleh perseorangan. Tentunya tidak selengkap dan sesempurna stasiun cuaca pada umumnya. Atas dasar itu dalam penelitian ini alat yang akan dibuat dapat dikatakan sebuah miniatur stasiun cuaca (Saqiraz N. A. Cahyati, 2018). Pengukuran yang dapat dilakukan oleh miniatur stasiun cuaca ini diantaranya adalah pengukuran temperatur, kelembapan, kecepatan angin, dan arah angin.

2.3. Sensor DHT22

Sensor DHT22 merupakan sensor yang berfungsi mendeteksi perubahan suhu dan kelembapan dengan keluaran berupa data digital sehingga tidak memerlukan proses ADC (*Analog-to-Digital Converter*). Sensor ini terdiri dari komponen pendeteksi kandungan air, komponen pendeteksi suhu dan komponen mikrokontroler 8-bit. Berdasarkan pengujian yang pernah dilakukan oleh peneliti, DHT22 memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan DHT11 (A. H. Saptiadi & Jaenal, 2016).



Gambar 2.1. Sensor DHT22 (Sustia Listiari, 2019)

Sensor DHT22 memiliki 4 pin, pin VCC adalah pin sumber daya bertegangan 3.5V – 5V, pin data adalah pin dengan keluaran temperatur dan kelembapan melalui Serial Data, pin NC adalah pin yang tidak memiliki koneksi sehingga tidak digunakan, dan pin *ground* adalah pin yang terhubung ke *ground* rangkaian (Saqiraz N. A. Cahyati, 2018).

2.3.1. Spesifikasi Sensor DHT22

- Tegangan kerja : 3.5V – 5.5V
- Arus kerja : 0.3mA (measuring) 60µA (standby)
- Keluaran : Digital
- Rentang pengukuran suhu : -40°C – 80°C
- Rentang pengukuran kelembapan : 0% - 100%
- Resolusi : 16-bit
- Akurasi : ±0.5°C dan ±1%

2.4. Sensor Kecepatan Angin (Anemometer)

Sensor Anemometer adalah salah satu dari instrument dalam sebuah stasiun cuaca yang berfungsi untuk mengukur kecepatan angin. Sensor anemometer yang

digunakan oleh penulis berbentuk baling-baling dan bisa dihubungkan dengan mikrokontroler.

Ketika baling-baling berputar maka akan menggerakkan piringan kecil yang memiliki banyak lubang yang tersebar di pinggirannya. Terdapat sensor optik yang dapat membedakan bagian lubang dan tidak lubang dari piringan itu. Semakin cepat baling-baling berputar per satuan waktu maka jumlah lubang yang dideteksi oleh sensor akan semakin banyak, inilah yang kemudian dikonversi menjadi satuan kecepatan angin terstandarisasi.

Gambar 2.2. Sensor Anemometer (Gadang Wicaksono, 2016)

Sensor Anemometer yang digunakan memiliki 3 pin, pin VCC adalah pin sumber daya bertegangan 5V, pin *ground* adalah pin yang terhubung ke *ground* rangkaian, dan pin *Serial Data* yang mengirim data keluaran.

2.4.1. Spesifikasi Anemometer

- Sumber daya : DC 5V
- Menggunakan sensor optic tipe celah
- Keluaran : Pulse Digital TTL

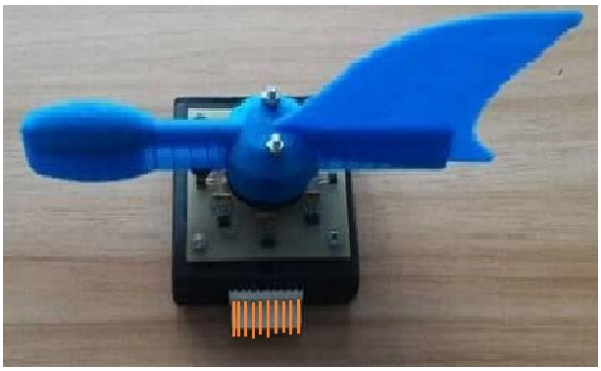
2.5. Sensor Arah Angin

Wind vane atau baling-baling angin adalah salah satu instrumen yang dapat digunakan dalam menunjukkan arah angin. Dalam suatu stasiun cuaca, instrumen penunjuk arah angin dapat berupa *wind vane*, *wind sock* atau sensor berbasis ultrasonik.

Gambar 2.3. Berbagai Jenis Instrumen Penunjuk Arah Angin

(kiri: AccuRite, 2018 dan kanan: Ann Pattison, 2015)

Jumlah mata angin yang dipergunakan pada penelitian ini berjumlah 8 arah. Tiap mata angin diwakili oleh satu Hall sensor dan satu pin. Ketika baling-baling ditiup ke suatu mata angin, magnet yang terpasang pada ujung baling-baling akan terdeteksi oleh sensor, inilah yang akan menjadi data keluaran arah angin.



Gambar 2.4. Wind Vane dengan 8 Mata Angin

(Sumber: http://www.depoinovasi.com/produk-776-sensor-arah-angin.html)

Sensor *Wind Vane* yang digunakan memiliki 10 pin. Dari kiri ke kanan, pin D8 adalah pin keluaran untuk mata angin Barat Laut, pin D7 untuk Barat, pin D6 untuk Barat Daya, pin D5 untuk Selatan, pin D4 untuk Tenggara, pin D3 untuk Timur, pin D2 untuk Timur Laut, pin D1 untuk Utara, pin GND adalah pin yang terhubung ke *ground* rangkaian, dan pin VCC adalah pin sumber daya bertegangan 5V.

2.5.1. Spesifikasi Wind Vane

- Sumber daya : 5V
- Arah angin : Utara, Timur Laut, Timur, Tenggara, Selatan, Barat Daya, Barat, Barat Laut

2.6. Mikrokontroler Arduino

Mikrokontroler adalah suatu chip berupa IC (*Integrated Circuit*) yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya dan memberikan sinyal output sesuai dengan program/instruksi yang diisikan ke dalamnya. Sinyal input mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal output ditunjukkan kepada aktuator yang dapat memberikan efek ke lingkungan. Jadi secara sederhana mikrokontroler dapat diibaratkan sebagai otak dari suatu perangkat/produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya (Sri Wahyuni, 2015).

Secara harfiah, mikrokontroler memiliki arti ‘pengendali kecil’. Pada dasarnya mikrokontroler adalah komputer dalam satu chip, yang didalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur *Input/Output* (I/O) dan perangkat pelengkap

lainnya, yang telah direduksi/diperkecil dari sistem mikrokomputer pada umumnya hingga bersifat kompak.

Kecepatan pengolahan data pada mikrokontroler lebih rendah jika dibandingkan dengan PC. Meskipun demikian, kemampuan mikrokontroler sudah cukup untuk dapat digunakan pada banyak aplikasi. Mikrokontroler sering digunakan pada sistem yang tidak terlalu kompleks dan tidak memerlukan kemampuan komputasi yang tinggi. Sistem yang menggunakan mikrokontroler sering disebut sebagai *embedded system* atau *dedicated system* (Sri Wahyuni, 2015).

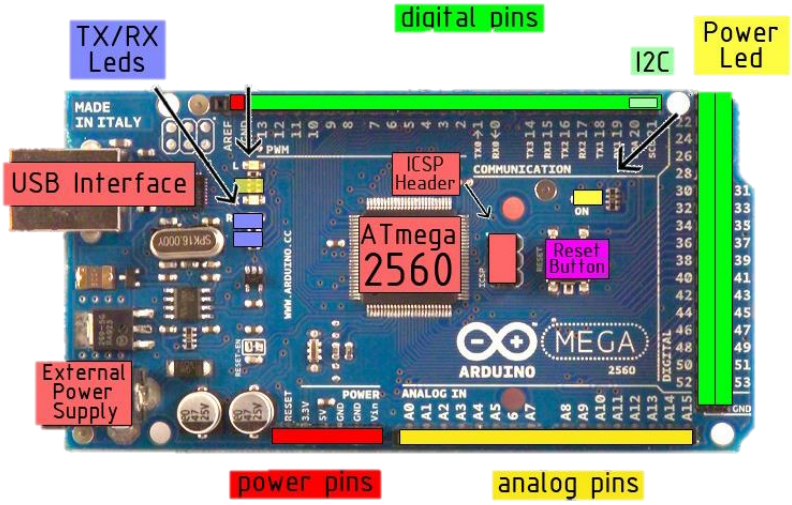
Arduino adalah sebuah platform bersifat *open-source* yang digunakan dalam membuat proyek elektronika. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi Arduino adalah kombinasi dari *hardware* yang berupa mikrokontroler dan *software* yang berupa IDE (*Integrated Development Environment*) yang berjalan di komputer Anda. IDE adalah sebuah perangkat lunak yang berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan mengunggahnya ke dalam memori mikrokontroler (Yumarlia O. Mona, 2015).

Karena Arduino bersifat *open-source*, Arduino diminati oleh banyak orang. Tidak hanya itu, jika dibandingkan dengan mikrokontroler sebelumnya, Arduino tidak memerlukan perangkat keras terpisah dalam mengunggah program ke dalam Arduino *board.* Kita dipermudah dengan hanya menggunakan sebuah kabel USB. Selain itu Arduino menggunakan bahasa pemrograman C++ yang telah disederhanakan, sehingga lebih mudah untuk dipelajari (Sparkfun).

Komponen utama di dalam papan Arduino adalah sebuah mikrokontroler 8bit dengan merek Atmega yang dibuat oleh perusahaan Atmel Corporation. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe Atmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya, sebagai contoh Arduino Uno menggunakan Atmega328 sedangkan Arduino Mega 2560 yang lebih canggih menggunakan Atmega2560 (Yumarlia O. Mona, 2015). Papan Arduino yang digunakan pada penelitian ini adalah Arduino Mega 2560.

2.6.1. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah sebuah papan mikrokontroler berbasis ATmega2560. Ini memiliki 54 pin *input/output* (I/O) digital (14 diantaranya dapat digunakan sebagai keluaran PWM), 16 pin *input* analog, 4 UART (*Universal Asynchronous Receiver-Transmitter* atau port serial untuk *hardware*), sebuah *oscillator* kristal berfrekuensi 16MHz, sebuah penghubung USB, sebuah colokan listrik, sebuah *ICSP header*, dan sebuah tombol reset. Dalam menjalankannya cukup dengan menghubungkan Arduino ke sebuah computer menggunakan kabel USB atau dengan menghubungkan Arduino ke sebuah adapter AC-to-DC atau baterai (Arduino Datasheet).



Gambar 2.5. Arsitektur Arduino Mega 2560

(Sumber: http://www.mantech.co.za/datasheets/products/A000047.pdf)

Selain penjelasan singkat di atas, Arduino Mega 2560 memiliki spesifikasi teknikal sebagai berikut (Arduino Datasheet):

- Mikrokontroler berbasis ATmega2560
- Tegangan operasi sebesar 5V
- Tegangan *input* yang direkomendasikan adalah 7–12V
- Batas tegangan *input* adalah 6–20V
- Jumlah pin digital I/O adalah 54 (dimana 14 pin menyediakan keluaran PWM)
- Jumlah pin analog adalah 16
- Arus DC per pin I/O adalah 40 mA
- Arus DC untuk pin 3.3V adalah 50 mA
- *Flash memory* berukuran 256 KB yang mana 8 KB digunakan oleh *bootloader*

- SRAM berukuran 8 KB
- EEPROM berukuran 4 KB
- *Clock Speed* sebesar 16 MHz

2.7. LoRa

Teknologi LoRa (*Long Range*) adalah sebuah modulasi nirkabel untuk aplikasi yang bersifat jarak jauh (*long-range*), berdaya rendah (*low-power*), dan ringan (*low-data-rate*). Dengan cakupan lebih dari 15 km di daerah pinggiran kota dan lebih dari 2 km di daerah perkotaan, teknologi LoRa menargetkan beberapa domain penerapan, seperti *Internet-of-Things* (IoT), *metering*, keamanan, dan *machine-to-machine* (M2M) (wiki.dragino.com).

LoRa adalah suatu format modulasi yang dibuat oleh Semtech. Modulasi yang dihasilkan menggunakan modulasi FM. Nilai frekuansi pada LoRa bermacam-macam sesuai daerahnya, jika di Asia frekuensi yang digunakan yaitu 433 MHZ, di Eropa nilai frekuensi yang digunakan yaitu 868 MHZ, sedangkan di Amerika Utara frekuensi yang digunakan yaitu 915 MHZ (Saqiraz N. A. Cahyati, 2018).

Dalam transmisi data pada LoRa ada yang dinamakan *Latency*. *Latency* pada sebuah transmisi adalah waktu yang dihabiskan untuk pemrosesan, antrian, dan transmisi simbol, dan propagasi. Simbol dalam hal ini adalah data yang ditransmisi dalam bentuk spektrum signal kicauan (J. Matondang, 2018). Jika semakin banyak waktu yang digunakan untuk memproses dan propagasi data maka akan semakin sedikit jendela waktu yang digunakan dalam menerima data. *Latency* selalu ada, namun tingkat *latency* yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya *packet loss*.

2.7.1. LoRa Shield

Dragino LoRa Shield adalah sebuah perangkat pemancar-penerima (*transceiver*) jarak jauh dalam bentuk Arduino shield dan memiliki library yang bersifat *open source*. LoRa Shield memungkinkan pengguna dalam mengirimkan data dengan cakupan yang sangat luas dengan transmisi data yang rendah. LoRa Shield menyediakan rentang spektrum komunikasi yang sangat panjang dan tingkat imunitas terhadap interferensi yang tinggi sambil meminimalisir konsumsi arus. LoRa Shield berbasis pada *chip Semtech* SX1276/SX1278 (LoRa Shield Datasheet).

Gambar 2.6. Dragino LoRa Shield

(Sumber: https://wiki.dragino.com/index.php?title=Lora_Shield)

LoRa Shield kompatibel dengan papan I/O Arduino berdaya 3.3v atau 5v, dengan pita frekuensi 915MHz/868MHz/433MHz. LoRa Shield memiliki konsumsi daya rendah dan kompatibel dengan Arduino jenis Leonardo, Uno, Mega, dan DUE. Selain itu dilengkapi dengan antena eksternal melalui konektor I-Pex. Adapun spesifikasi teknikal LoRa Shield adalah sebagai berikut (LoRa Shield Datasheet):

- Persediaan *link* maksimum adalah 168 dB
- Keluaran vs RF (*Radio Frequency*) +20 dBm - 100 mW konstan
- PA (*Power Amplifier*) dengan efisiensi tinggi +14 dBm
- Bit rate yang dapat diprogram dapat mencapai 300 kbps
- Sensitivitas yang tinggi: mencapai -148 dBm
- *Front end* yang tahan dari tembusan: IIP3 = -12.5 dBm
- Imunitas pemblokiran yang sangat baik
- Arus RX rendah sebesar 10.3 mA, retensi register200 nA
- *Synthesizer* terintegrasi penuh dengan resolusi 61 Hz
- Modulasi FSK, GFSK, MSK, GMSK, LoRa™ dan OOK
- *Built-in* sinkronikasi bit untuk *clock recovery*
- 127 dB *Dynamic Range* RSSI
- RF Sense secara otomatis dan CAD dengan AFC yang sangat cepat
- *Packet engine* mencapai 256 bytes dilengkapi dengan CRC (*Cyclic Redundancy Check*)

2.7.2. LoRa GPS/HAT

Dragino LoRa/GPS HAT adalah sebuah modul ekspansi untuk LoRaWan yang digunakan pada Raspberry Pi. LoRa/GPS HAT berbasis pada SX1276/SX1278 *transceiver*. Tambahan pada L80 GPS bertujuan untuk aplikasi yang menggunakan GPS yang terhubung melalui port serial ke Raspberry Pi, seperti aplikasi penentuan waktu atau aplikasi umum yang membutuhkan informasi GPS (LoRa Hat Datasheet).

LoRa HAT memiliki pita frekuensi 868Mhz/433MHz/915MHz, konsumsi berdaya rendah dan kompatibel dengan Raspberry Pi Model B/Raspberry Pi 3. Selain itu LoRa HAT dilengkapi dengan modem paten LoRa™, dan memiliki *baud rate* yang dapat dikonfigurasi. LoRa HAT juga dilengkapi *built-in* sensor temperatur dan indikator baterai lemah (LoRa Hat Datasheet).

Gambar 2.7. Dragino LoRa HAT

(Sumber: https://wiki.dragino.com/index.php?title=Lora/GPS_HAT)

Fitur lain yang dimiliki LoRa HAT adalah dukungan terhadap perintah SDK (*Software Development Kit*) dan DGPS (*Differential Global Positioning System*), SBAS (*Satellite-based augmentation systems*) (LoRa Hat Datasheet). Karena LoRa HAT juga memiliki *chip* SX1276/SX1278 maka spesifikasi yang dimiliki sama dengan LoRa Shield.

2.8. Raspberry Pi

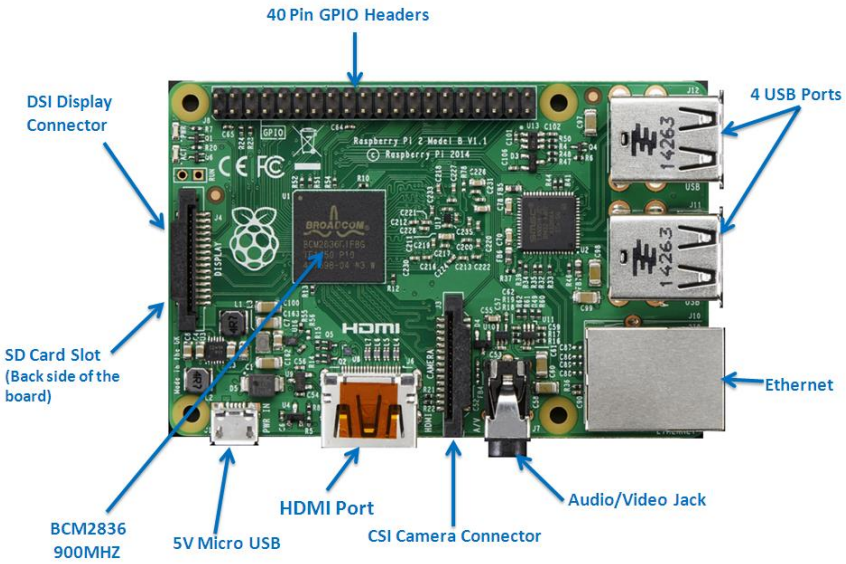
Raspberry Pi adalah sebuah produk perangkat keras dari sebuah yayasan bernama Raspberry Pi Foundation yang berasal dari inggris. Raspberry Pi Foundation didirikan oleh Eben Upton dengan tujuan memberikan kemampuan komputasi dan pembuatan digital ke tangan orang-orang di seluruh dunia. Dengan

memanfaatkan hal tersebut lebih banyak orang dapat bekerja, memecahkan masalah yang ada, dan mengekspresikan diri secara kreatif.

Raspberry Pi adalah modul mikro komputer yg mempunyai port I/O digital seperti pada *board* mikrokontroler. Tetapi jika dibandingkan dengan *board* pada mikrokontroler lain, Raspberry Pi memiliki koneksi untuk tampilan berupa TV atau layar PC serta koneksi USB untuk perangkat eksternal sepertit *keyboard* dan *mouse*. Raspberry Pi merupakan komputer dalam satu *singleboard* dan sistem operasi pada Raspberry Pi adalah Linux (Saqiraz N. A. Cahyati, 2018).

Raspberry Pi memiliki beberapa seri seperti Raspberry Pi 1, 2, 3, model A, model A+, model B, model B+. Seri yang digunakan dalam penelitian ini adalah Raspberry Pi 3 model B.

2.8.1. Raspberry Pi 3 Model B



Gambar 2.8. Raspberry Pi 3 Model B (Saqiraz N. A. Cahyati, 2018)

Raspberry Pi 3 Model B adalah model paling awal dari Raspberry Pi generasi ke tiga. Ini menggantikan Raspberry Pi 2 Model B pada bulan februari 2016. Selain model B, Raspberry Pi generasi ke tiga juga mempunyai model revisi yaitu model B+. Berikut adalah spesifikasi dari Raspberry Pi 3 model B:

a. Prosesor

System on a Chip (SoC) berupa *chip* jenis *Broadcom* BCM2837R CPU 4x ARM Cortex-A53, kecepatan prosesor 1.2 GHz, GPU berupa *Broadcom* VideoCore IV, dengan RAM 1 GB LPDDR2 (900 MHz).

b. RAM

Kapasitas RAM yang dimiliki sebesar 1GB.

c. Ethernet

Raspberry pi 3 model B dilengkapi dengan slot Ethernet yang mendukung transfer data dengan kecepatan hingga 100 Mbps.

d. Bluetooth

Raspberry pi 3 model B mempunyai *Bluetooth Low Energy* (BLE) jenis *Bluetooth* 4.1 Classic yang berfungsi sebagai media penghubung komunikasi dengan perangkat komunikasi lainnya.

e. Pin GPIO

Model ini memiliki 40 pin *General-Purposed Input/Output* (GPIO).

f. Port USB

Raspberry pi 3 model B mempunyai 4 port USB tipe 2.0.

g. Output Audio Analog

Port audio analog berfungsi sebagai penyedia keluaran audio analog untuk disambungkan pada perangkat speaker dengan port audio *jack* 3,5 mm.

h. Konektor HDMI

Raspberry pi 3 model B mempunyai *port* HDMI sebagai perantara audio/video yang akan ditampilkan pada sebuah monitor.

i. Slot SD Card

Raspberry pi 3 model B dilengkapi dengan slot SD *card* sebagai *hard drive* untuk menyimpan seluruh data termasuk sistem opeasi.

j. Power Source

Model ini mendukung sumber daya dari USB mikro hingga 2,5A.

2.9. Data Mining

Nama data mining mulai dikenal sejak tahun 1990, ketika pekerjaan pemanfaatan data menjadi sesuatu yang penting dalam berbagai bidang, mulai dari bidang akademik, bisnis, hingga medis (Eko Prasetyo, 2014). Seperti namanya, data mining merujuk kepada proses menambang atau mengekstrak sesuatu yang bernilai dari suatu data dengan jumlah yang sangat besar, sesuatu ini adalah informasi dan pengetahuan yang berguna.

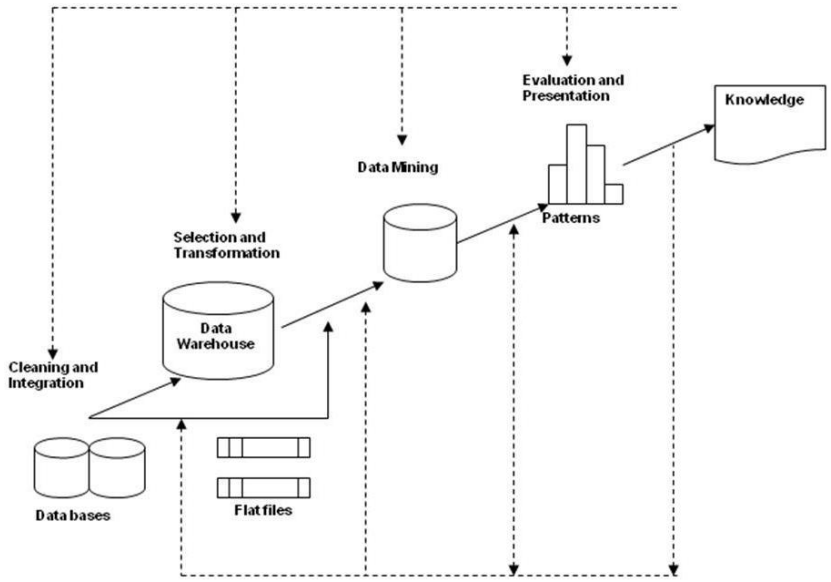
Munculnya data mining didasarkan pada jumlah data yang tersimpan dalam database semakin besar. Data yang sangat melimpah ini, bersama dengan kebutuhan analisis data, seringkali dijelaskan sebagai situasi “kaya data tetapi miskin informasi”. Jumlah data yang dikumpulkan dan disimpan dalam database telah jauh melampaui kemampuan pemahaman manusia tanpa adanya bantuan alat

(tools) yang mumpuni. Sehingga akhirnya, data yang terkumpul dalam database akan menjadi “kuburan data” yakni arsip data yang jarang dikunjungi. Akibatnya, keputusan penting sering diambil bukan berdasarkan informasi yang didapat dari kekayaan data yang tersimpan dalam database tetapi lebih kepada insting seorang pengambil keputusan, karena pengambil keputusan tersebut tidak memiliki tools untuk mengekstrak informasi penting yang tertatam dalam data tersebut. Prosedur ini rentan terhadap kegagalan, sangat memakan waktu dan memerlukan biaya yang besar (Angela H. Gosal, 2018).

Misalnya jika anda mempunyai kartu kredit, mungkin anda sering menerima surat penawaran barang atau jasa. Jika bank mempunyai 1.000.000 nasabah dan biaya pengiriman surat per nasabah adalah 500 rupiah, maka biaya yang harus dikeluarkan bank adalah 500 juta rupiah, padahal nasabah yang mungkin membeli hanya sekitar 15%. Akibatnya, ada pembuangan biaya sekitar 85% dari 500 juta atau sekitar 425 juta. Jika perusahaan dapat memanfaatkan data-data yang ada sehingga hanya nasabah yang berpotensi untuk membeli saja yang dikirimi surat, maka biaya pengiriman tersebut dapat jauh ditekan (Eko Prasetyo, 2014).

Dengan adanya *tools* data mining dapat dilakukan analisis data berupa penemuan pola data yang penting, memberikan kontribusi besar terhadap strategi bisnis, dasar pengetahuan, serta penelitian ilmiah dan medis. Setelah proses analisis data dilakukan, data bertransformasi menjadi informasi yang berguna dan bermanfaat. Jarak besar antara data dan informasi memerlukan pengembangan *tools* data mining secara sistematis yang akan mengubah “data kuburan” menjadi “bongkahan emas” dari pengetahuan (Angela H. Gosal, 2018).

Gambar 2.12 menunjukkan tahapan proses dalam *data mining* yang terbagi menjadi beberapa langkah berurut sebagai berikut (Angela H. Gosal, 2018):



Gambar 2.9. Tahapan *data mining* (Angela H. Gosal, 2018)

1. *Data cleaning* atau pembersihan data yang bertujuan untuk menghilangkan bising (*noise*) dan data-data yang tidak relevan.
2. *Data integration* atau integrasi data yang bertujuan untuk menggabungkan beberapa sumber data.
3. *Data selection* atau seleksi data dimana data yang relevan dengan tugas analisis diambil kembali dari *database.*
4. *Data transformation* atau transformasi data di mana data diubah ke bentuk yang sesuai untuk proses pengolahan data.
5. *Data mining* atau penambangan data yang merupakan proses inti dimana metode cerdas diterapkan agar dapat mengekstrak pola data.

6. *Pattern evaluation* atau evaluasi pola untuk mengidentifikasi pola penting yang sesungguhnya yang dapat menginterpretasikan suatu pengetahuan berdasarkan tingkat kepentingannya.
7. *Knowledge presentation* atau presentasi informasi/pengetahuan dimana teknik visualisasi dan representasi pengetahuan digunakan untuk menunjukkan informasi yang didapatkan pada pengguna.

Dalam sebuah proses *data mining* penting untuk menyiapkan data masukan. Data masukan harus disediakan dalam jumlah, struktur, dan format yang sesuai dengan setiap algoritma *data mining* yang akan dijalankan. Tetapi, dalam praktiknya *database* dunia nyata memiliki faktor negatif seperti kebisingan data, data yang hilang, data yang tidak konsisten, berlebihan dan berukuran besar baik dalam dimensi, contoh dan fitur. Data berkualitas rendah akan mengarah pada kinerja *data mining* berkualitas rendah. Oleh karena itu, diperlukan adanya proses *preprocessing* data untuk menghilangkan faktor-faktor negatif tersebut (Angela H. Gosal, 2018).

2.10. Association Rule

Association rule suatu metode *data mining* yang bertujuan untuk menemukan aturan asosiatif antara suatu kombinasi item. *Association rule* dapat dianalogikan dengan keranjang belanjaan. Dari keranjang belanjaan para pengunjung supermarket akan dapat diketahui, barang apa saja yang sering dibeli bersamaan dan mana saja yang tidak.

Penting tidaknya suatu aturan asosiatif dapat diketahui dengan dua parameter, nilai *support* dan nilai *confidence*. Nilai *support* adalah persentase dari semua transaksi yang terjadi yang mengandung itemset tersebut. Sedangkan nilai *confidence* adalah perbandingan antara nilai *support* dari himpunan item yang terdapat dalam suatu rule dan nilai *support* dari himpunan item yang mendahuluinya.

Aturan asosiatif biasanya dinyatakan dalam bentuk:

$$\{roti, mentega\} \rightarrow \{susu\}\ (support = 40\%, confidence = 50\%)$$

Yang dapat diartikan menjadi "50% dari transaksi di database yang memuat item roti dan mentega juga memuat item susu. Sedangkan 40% dari seluruh transaksi yang ada di database memuat ketiga item itu". Dapat juga dibahasakan menjadi "seorang konsumen yang membeli roti dan mentega punya kemungkinan 50% untuk juga membeli susu. Aturan ini mewakili 40% dari seluruh catatan transaksi". (Tim Ajar Dinus, 2018)

Setiap aturan asosiatif disusun oleh dua set item yang berbeda, dimana item sisi kiri disebut *antecedent* dan sisi kanan disebut *consequent*, kedua item tersebut tidak bergantung satu sama lain. Dengan mengambil contoh aturan di atas, $\{roti, mentega\}$ adalah *antecedent* dan $\{susu\}$ adalah *consequent*, aturan $\{roti, mentega\} \rightarrow \{susu\}$ tidak dapat dikatakan sama dengan $\{susu\} \rightarrow \{roti, mentega\}$, begitu pula dengan perhitungan nilai *confidence*-nya.

Analisa asosiasi didefinisikan sebagai suatu proses untuk menemukan semua aturan asosiatif yang memenuhi syarat minimum untuk nilai *support* (*minimum*

support) dan syarat minimum untuk nilai *confidence* (*minimum confidence*). Kusrini dalam Listriani, dkk. (2016) mengemukakan metode dasar aturan asosiasi yang terbagi menjadi dua tahap, yaitu (Dewi Listriani, dkk., 2016):

1. Analisis pola frekuensi tinggi

   Tahap ini mencari kombinasi item yang memenuhi syarat minimum dari nilai *support* dalam *database*. Nilai *support* (penunjang) yaitu persentase item atau kombinasi item yang ada pada *dabatase*. Nilai *support* sebuah item diperoleh dengan rumus berikut:

$$Support\ (A) = \frac{Jumlah\ Transaksi\ mengandung\ A}{Jumlah\ Transaksi}$$

   Sedangkan nilai *support* dari 2 item diperoleh dengan rumus berikut

$$Support\ (A \cap B) = \frac{Jumlah\ Transaksi\ mengandung\ A\ dan\ B}{Jumlah\ Transaksi}$$

2. Pembentukan aturan asosiatif

   Setelah semua pola frekuensi tinggi ditemukan, maka dicari aturan asosiatif yang memenuhi syarat minimum untuk *confidence* dengan menghitung *confidence* aturan asosiatif "Jika A maka B" = (A → B).

$$Confidence = P(B|A) = \frac{\Sigma\ Transaksi\ mengandung\ A\ dan\ B}{\Sigma\ Transaksi\ mengandung\ A}$$

Salah satu cara untuk melihat kuat tidaknya aturan adalah dengan menghitung *lift ratio*. Dalam pembelajaran aturan asosiasi oleh *machine learning*, nilai lift adalah ukuran pentingnya suatu aturan. Ukuran ini adalah rasio dari nilai *confidence* suatu aturan dan *confidence* yang diharapkan (*expected confidence*). Sedangkan *expected confidence* dari sebuah aturan didefinisikan sebagai hasil dari support dari

antecedent dan *consequent* dibagi dengan support dari *antecedent*. Berikut rumus perhitungan untuk nilai *expected confidence* (Modul Dokumentasi IBM):

$$Expected\ Confidence(A \rightarrow B) = \frac{Support(A) \times Support(B)}{Support(A)}$$

$$= Support(B)$$

Dan berikut perhitungan *lift ratio* (Riyadlah Yuniati, 2016):

$$Lift(A, B) = \frac{Confidence(A \rightarrow B)}{Expected\ Confidence(A \rightarrow B)}$$

$$= \frac{Confidence(A \rightarrow B)}{Support(B)}$$

Lift ratio memiliki nilai antara 0 dan tak terhingga, dan cara membaca hasil perhitungan nilainya dapat dibahasakan seperti berikut (Modul Dokumentasi IBM):

1. Lift bernilai lebih besar dari 1 mengindikasikan bahwa *antecedent* dan *consequent* muncul lebih sering bersama-sama dari yang diharapkan, ini berarti kemunculan *antedecent* memiliki efek positif terhadap kemunculan *consequent*.
2. Lift bernilai lebih kecil dari 1 mengindikasikan bahwa *antecedent* dan *consequent* muncul lebih jarang bersama-sama dari yang diharapkan, hal ini berarti kemunculan *antecedent* memiliki efek negatif terhadap kemunculan *consequent*.
3. Lift bernilai sama dengan 1 mengindikasikankan bahwa *antecedent* dan *consequent* muncul secara independent, hal ini berarti kemunculan *antecedent* tidak memengaruhi kemunculan *consequent*.

Banyak algoritma yang dapat digunakan dalam menghasilkan aturan asosiasi. Beberapa yang cukup dikenal adalah algoritma Apriori, Eclat dan FP-Growth, namun algoritma-algoritma ini hanyalah setengah dari *association rules*, karena mereka hanya digunakan untuk menambang *frequent itemset*. Perlu dilakukan langkah lain setelah menghasilkan aturan dari *frequent itemset* yang ditemukan dalam suatu database.

2.11. Algoritma Apriori

Apriori adalah algoritma pencarian set item yang paling sering muncul, serta pembelajaran aturan asosiatif dari database relasional. Apriori mengidentifikasi item individual yang paling sering muncul kemudian memperluasnya ke set item yang lebih besar selama set item tersebut muncul cukup sering di database. Set item yang terbentuk oleh apriori kemudian dapat digunakan untuk menentukan aturan asosiasi.

Algoritma apriori pertamakali diajukan oleh Agawal dan Skrikant pada tahun 1994. Prinsip algoritma apriori mengatakan bahwa jika sebuah *itemset* sering muncul, maka semua *subset* juga sering muncul. Ini berarti jika *itemset* {0,1} sering muncul maka *subset* {0} dan {1} juga sering muncul (P. Vaish, 2016).

Apriori menggunakan pendekatan *bottom up*, dimana subset yang sering muncul diperpanjang satu per satu (sebuah langkah yang dikenal sebagai *candidate generation*), dan kelompok-kelompok kandidat tersebut diuji terhadap data. Algoritma ini berhenti ketika sudah tidak ada perpanjangan yang ditemukan.

Algoritma Apriori membutuhkan level *minimum support* sebagai input dan sebuah dataset. Algoritma ini akan menghasilkan sebuah list dari semua kandidat itemset yang berisi satu item. Dataset kemudian akan dipindai untuk melihat set mana yang memenuhi level *minimum support*. Set yang tidak memenuhinya akan dibuang, dan yang tersisa kemudian akan digabungkan untuk membuat itemset yang berisi dua elemen. Sekali lagi, dataset akan dipindai dan itemset yang tidak memenuhi level *minimum support* akan dibuang. Prosedur ini akan diulang sampai semua set dibuang (P. Vaish, 2016).

Cara kerja Apriori dapat dibahasakan seperti berikut (Abdul Haris, 2016):

1. Tentukan nilai *minimum support*
2. Iterasi 1: hitung item-item dari support (transaksi yang memuat seluruh item) dengan memindai database untuk 1-itemset. Setelah 1-itemset didapatkan, apabila bernilai di atas *minimum support*, 1-itemset tersebut akan menjadi pola frekuensi tinggi
3. Iterasi 2: untuk mendapatkan 2-itemset, perlu dilakukan kombinasi dari k-itemset sebelumnya. Kemudian pindai database sekali lagi untuk menghitung item-item yang memuat *support*. Itemset yang memenuhi *minimum support* akan dipilih sebagai pola frequensi tinggi dari kandidat
4. Tetapkan nilai k-itemset dari *support* yang telah memenuhi nilai *minimum support* dari k-itemset
5. Lakukan proses untuk iterasi selanjutnya hingga tidak ada lagi k-itemset yang memenuhi nilai *minimum support*.