BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 SMK Pertanian Pembangunan Negeri Lembang

Sekolah Menengah Kejuruan Pertanian Pembangunan Negeri Lembang adalah SMK yang terletak di Cilumber, Lembang. Sekolah ini memiliki sejarah, Visi, Misi, serta struktur organisasi.

2.1.1 Sejarah Sekolah

SMK Pertanian Pembangunan Negeri Lembang adalah dinas pendidikan yang berdiri di jalan Raya Tangkuban Parahu Km. 3 Cilumber, Lembang, Indonesia. Sekolah tersebut dulu dikenal dengan sebutan Sekolah Pertanian Menengah Atas (SPMA). Sekolah tersebut didirikan pada tanggal 24 September 1964 oleh masyarakat Bandung Utara yang di sponsori oleh Ikatan Pemuda Bandung Utara (IPBU), Lembaga Sosial Desa Cidadap dan SPMA Tanjungsari yang diresmikan dengan Surat Keputusan Gubernur DT.I Jawa Barat No. B.III |12/E-50/Pend/SK/1965 tanggal 26 September 1965. Pada saat itu, yang menjadi Gubernur adalah Bapak Mashudi (Kini Dr. HC Letjen. Purn. TNI Mashudi). Sekolah ini semua berlokasi di jalan Dr. Setiabudhi No. 193 Kotamadya Bandung. Sejak tahun 1998 melalui proses ruislag (tukar guling) oleh Pemerintah Provinsi Jawa Barat Kampu SMK Pertanian Pembangunan Negeri Lembang pindah ke Cilumber Lembang. Tepatnya di Jl. Raya Tangkuban Parahu Km 3 Cilumber Lembang – Bandung. Dengan ditandatangani surat kesepakatan bersama antara Menteri Pertanian dan Menteri Pendidikan Nasional tanggal 31 Juli 2008 tentang pembinaan SMK-Pertanian, maka nomenklaturnya menjadi Sekolah Menengah Kejuruan Pertanian Pembangunan Negeri Lembang Dinas Pendidikan Provinsi Jawa Barat.

Sampai saat ini, terdapat dua program studi di SMK Pertanian Pembangunan Negeri Lembang yaitu Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura (ATPH) dan Penyuluhan Pertanian (TPHP).

Logo Sekolah Menengah Kejuruan Pertanian Pembangungan Negeri Lembang dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Logo SMK Pertanian Pembangunan Lembang

2.1.2 Visi dan Misi Sekolah

Visi merupakan gambaran tentang masa depan (*future*) yang realistik dan ingin mewujudkan dalam kurun waktu tertentu [4]. Visi dari SMK Pembangunan Pertanian Lembang adalah terwujudnya Sumber Daya Manusia yang relevan profesional, berkarakter, berbudi luhur, berkinerja tinggi dan berjiwa wiraswasta yang dilandasi iman dan taqwa, sehingga dapat berperan sebagai pelaku pembangunan pertanian modern yang berwawasan agribisnis.

Misi menurut Akdon adalah pernyataan mengenai hal-hal yang berkepentingan di masa datang [4]. Berikut ini adalah misi dari SMK Pembangunan Pertanian Negeri Lembang :

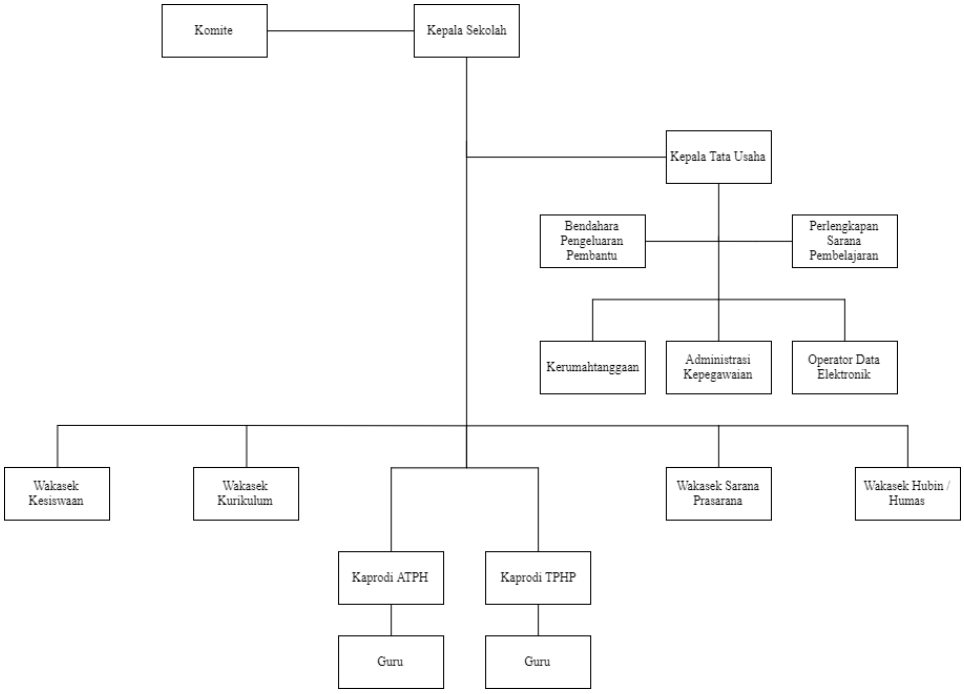
1. Menciptakan lulusan yang cerdas, unggul, relevan, dan memiliki kemampuan merencanakan, mengelola, dan mengembangkan agribisnis.
2. Memberi pelayanan yang bermutu dan mandiri dalam proses pembelajaran untuk menciptakan tenaga teknis menengah pertanian yang relevan dalam rangka mengisi pasar tenaga kerja pertanian.
3. Menumbuhkan sikap disiplin, tanggung jawab dan kreatif dalam mengembangkan bakat dan minat siswa.
4. Membentuk mentral spiritual siswa yang tangguh dilandasi iman dan taqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa.
5. Mendorong penyebaran ketenagakerjaan pertanian yang profesional.

6. Memotivasi dan meningkatkan partisipasi masyarakat dalam mengembangkan SDM pertanian.
7. Melaksanakan pengkajian untuk pengembangan informasi dan SDM pertanian.
8. Meningkatkan kesadaran pentingnya lingkungan hidup yang sehat.

2.1.3 Struktur Organisasi

Struktur organisasi menurut Robbins (1996) menyatakan bahwa "struktur organisasi menetapkan bagaimana tugas dan pekerjaan dibagi, dikelompokkan, dan dikoordinasikan secara formal" [5].

Struktur organisasi SMK Pertanian Pembangunan Negeri Lembang dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Struktur Organisasi

2.1.4 Tugas Pokok

Deskripsi pekerjaan dari setiap bagian dari struktur organisasi adalah sebagai berikut :

1. Komite Sekolah

   Komite sekolah berperan untuk menjaga dan memastikan pelaksanaan kerja serta kegiatan dari yayasan agar sesuai dengan visi, misi dan tujuan dari sekolah. Selain itu, komite sekolah memiliki tugas untuk memberikan masukkan saran kepada kepala sekolah.

2. Kepala Sekolah

   Kepala sekolah merupakan pemimpin dimana memiliki tugas untuk mengatur situasi, menyusun perencanaan, mengorganisasikan atau mengarahkan suatu kegiatan yang dilaksanakan, menentukan kebijakan sekolah, mengadakan rapat dan mengambil keputusan dalam rapat tersebut, dan mengatur administrasi ketatausahaan, kesiswaan, ketenagakerjaan, sarana dan prasana, serta keuangan.

3. Kepala Tata Usaha

   Kepala tata usaha memiliki tugas untuk menyusun program kerja serta mengkoordinir tugas tata usaha, mengatur pengurusan kepegawaian, meneliti, menerima, dan membuat surat masuk ataupun surat keluar sesuai dengan instruksi dari kepala sekolah, mengawasi dan mengendalikan penggunaan alat-alat disekolah, serta membantu kepala sekolah dalam penyusunan RAPBS.

4. Bendahara Pengeluaran Pembantu

   Bendahara pengeluaran pembantu memiliki tugas yaitu untuk menerima dana rutin sekolah yang diajukan SPM oleh kepala sekolah, menyimpan keuangan sekolah, mengeluarkan keuangan sekolah yang disetujui atau diketahui oleh kepala sekolah, membayar gaji setiap guru setiap bulan, membayarkan pajak, menutup buku kas umum (BKU) setiap bulan, membuat laporan pertanggung jawaban (SPJ) setiap akhir bulan, menyimpan serta mengarsipkan surat atau kwitansi pengeluaran dana sekolah, dan berkoordinasi dengan kepala sekolah tentang kegiatan pengelolaan keuangan sekolah.

5. Perlengkapan Sarana Pembelajaran

   Perlengkapan sarana pembelajaran memiliki tugas untuk perencanaan dengan melakukan survey lingkungan sekolah serta melakukan tanggung jawab atau kelayakan sarana pembelajaran, pengadaan sarana sekolah meliputi ruangan belajar, praktik serta bangunan sekolah, mengelola barang inventaris sekolah, menyimpan data dokumen penting sekolah, menyusun penggunaan sarana pembelajaran, dan bertanggung jawab dalam pemeliharaan kondisi sarana pembelajaran.

6. Kerumahtanggaan

   Kerumahtanggaan memiliki tugas untuk bertanggung jawab pada kegiatan internal sekolah, sebagai media kegiatan dialog, kritik dan saran masukkan internal sekolah, dan mengelola fasilitas sekolah seperti koperasi, kantin, sarana serta prasarana sekolah.

7. Administrasi Kepegawaian

   Administrasi kepegawaian memiliki tugas untuk mengisi buku induk pegawai, membuat daftar prediksi kenaikan atau golongan gaji guru dan pegawai, membuat serta mengajukan berkas usul permohonan kenaikan gaji berkala guru atau pegawai, membuat daftar hadir atau absensi guru dan pegawai, menyimpan berkas data atau arsip kepegawaian, membuat daftar gaji serta membuat daftar pembayaran honorarium dan kesejahteraan.

8. Operator Data Elektronik

   Operator data ekeltronik bertanggung jawab dalam mengelola data digital sekolah, bertanggung jawab dengan keaslian data digital, mengelola data digital dengan syarat adanya perintah atau atas izin dari kepala sekolah, merawat dan mengatur penyimpanan data digital sekolah, dan mengelola website resmi sekolah.

9. Wakasek Kesiswaan

   Wakil kepala sekolah kesiswaan memiliki tugas untuk menyusun program pembinaan kesiswaan, melaksanakan bimbingan, pengarahan, serta pengendalian kegiatan siswa atau OSIS dalam menegakan

kedisiplinan dan tata tertib sekolah. Tugas lain nya adalah menyusun program pembinaan secara berkala, membina dan melaksanakan koordinasi pelaksanaan keamanan, kebersihan, ketertiban, keindahan, kerindangan, kekeluargaan, dan ketaqwaan, melaksanakan pemilihan calon siswa teladan dan calon siswa penerima beasiswa, mengadakan pemilihan siswa untuk mewakili sekolah dalam kegiatan di luar sekolah, mengatur mutasi siswa, menyusun program kegiatan ekstrakurikuler, dan menyusun laporan pelaksanaan kesiswaan secara berkala.

10. Wakasek Kurikulum

    Wakil kepala sekolah kurikulum memiliki tugas untuk menyusun program pengajaran serta menyusun pembagian tugas guru dan jadwal pelajaran, menyusun dan menjabarkan kalender pendidikan, menyusun jadwal evaluasi belajar dan pelaksanaan ujian akhir, menerapkan kriteria kenaikan kelas, mengatur jadwal penerimaan rapor dan STTB, mengkoordinasi, menyusun, dan mengarahkan penyusunan kelengkapan mengajar, dan melakukan penyusunan dan penyimpanan arsip laporan kurikulum.

11. Wakasek Sarana dan Prasarana

    Wakil kepala sekolah sarana dan prasarana memiliki tugas yaitu untuk menyusun program kegiatan sarana dan prasarana, melaksanakan analisis kebutuhan sarana dan prasarana, mengajukan atau membuat usulan pengadaan sarana dan prasarana, memantau pengadaan bahan praktek untuk siswa, melaksanakan penerimaan, pemeriksaan, serta pencatatan barang kebutuhan, melaksanakan pendistribusian barang atau alat ke unit kerja yang bersangkutan, mengkoordinasikan dan mengawasi pemeliharaan, perbaikan, pengembangan, dan penghapusan sarana, dan melaksanakan pengelolaan sistem administrasi sarana dan prasarana.

12. Wakasek Habin atau Humas

    Wakil kepala sekolah habin atau humas memiliki tugas yaitu menyusun dan melaksanakan program kerja hubungan industri atau masyarakat, mengkoordinasikan dengan setiap ketua program studi

tentang program kerja hubungan industri atau dunia usaha dan masyarakat serta pelaksanaannya, mengelola informasi sekolah baik ke pihak eksternal maupun internal, mengawasi pelaksanaan program kerja praktek industri, menciptakan serta memelihara hubungan dengan komite sekolah, dan mengkoordinir kegiatan penerimaan kunjungan tamu sekolah.

13. Ketua Prodi ATPH dan TPHP

    Ketua prodi memiliki tugas pokok yaitu menyusun, memberi petunjuk serta mengevaluasi pelaksanaan kegiatan pendidikan yang dilaksanakan oleh guru di lingkungan sekolah agar sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Tugas lain dari ketua prodi yaitu mengelola dan mengembangkan aset program studi yang disesuaikan dengan kebutuhan industri dan perkembangan ilmu pengetahuan serta teknologi, menetapkan rencana kerja dan mengevaluasi hasil, menilai prestasi dan kinerja akademik pada program studinya, melaksanakan pembinaan dan pengembangan sumber daya manusia di lingkungan program studi, melaksanakan rancangan anggaran yang telah disetujui, melakukan evaluasi pengembangan kurikulum, menjalin kerjasama dengan mitra untuk perbaikan kompetensi lulusan, dan membuat laporan evaluasi program studi setiap tahunnya.

14. Guru

    Guru mempunyai tugas pokok yaitu menyusun program tahunan, menyusun program semester, dan menyusun rencana program pembelajaran. Tugas lain yang dimiliki oleh guru adalah melaksanakan program pembelajaran, melaksanakan evaluasi pembelajaran, melaksanakan analisa hasil evaluasi, dan melaksanakan program perbaikan atau pengayaan.

2.2 Landasan Teori

Landasan teori dari pembangunan sistem ini menguraikan teori-teori dasar untuk proses analisis sistem serta mendukung proses rancang bangun purwarupa

stasiun klimatologi sebagai penunjang pembelajaran siswa di SMK Pertanian Pembangunan Negeri Lembang.

2.2.1 Meteorologi dan Klimatologi

Meteorologi atau ilmu cuaca menurut Suryatna Rafi'i adalah suatu ilmu yang mempelajari tentang peristiwa-peristiwa cuaca dalam jangka waktu dan ruang yang terbatas [1]. Klimatologi adalah suatu ilmu pengetahuan dimana ilmu tersebut mengkaji tentang gejala-gejala cuaca, tetapi sifat-sifat dan gejala-gejala cuaca tersebut mempunyai sifat umum dalam jangka waktu dan daerah yang luas di atmosfer permukaan bumi [1]. Klimatologi memiliki pengaruh terhadap kehidupan hewan dan tumbuhan. Unsur iklim merupakan syarat penting dan sangat diperlukan untuk pertumbuhan dari tanaman karena keadaan sekitar tumbuhan dapat mempengaruhi laju pertumbuhan dari awal penanaman sampai dengan panen. Dalam proses pertumbuhan, unsur cuaca lah yang perlu diperhatikan agar hasil panen dari tanaman apat maksimal. maka dari itu terdapat suatu ilmu pengetahuan yang menghubungkan antara unsur cuaca terhadap hewan dan tumbuhan yang disebut sebagai klimatologi terapan.

Klimatologi terapan dibagi menjadi dua bagian. Pertama adalah *Iklim-bio* atau *Bioklimatologi*. *Bioklimatologi* adalah ilmu pengetahuan yang mengkaji tentang sifat-sifat cuaca dimana sifat tersebut berhubungan dengan kehidupan nabati dan hewani [1]. Kedua adalah *Mikroklimatologi* dimana ilmu tersebut mempelajari tentang sifat iklim yang hanya bagian udara dekat permukaan bumi. Ilmu dari *Mikroklimatologi* berhubungan dengan nabati umum dan nabati untuk kehutanan, pertanian, dan pertanian hortikultura [1].

2.2.2 Stasiun Meteorologi dan Klimatologi Pertanian

Stasiun Meteorologi pertanian adalah suatu pesawat cuaca yang menyelenggarakan pengamatan terhadap kondisi cuaca dan faktor lingkungan fisik (atmosfer) di sekitar lahan pertanian [6]. Kegiatan pengamatan dilakukan secara teratur. stasiun meteorologi harus mewakili suatu area pertanian yang cukup luas dimana penempatan dari stasiun tersebut harus di utamakan bagi area-area yang memiliki cabang kegiatan pertanian. Selain itu, stasiun meteorologi

harus disimpan di daerah yang memiliki dampak akibat perubahan cuaca. Salah satunya adalah tempat penyimpanan hasil panen. Stasiun Klimatologi pertanian merupakan stasiun yang dapat menyelenggarakan pengamatan cuaca serta pengamatan biologi di sekitar dalam jangka waktu yang panjang serta teratur [6]. Dalam satu stasiun klimatologi memiliki komponen dari stasiun meteorologi sehingga dapat juga disebut sebagai pesawat cuaca pertanian.

Menurut Nasir dan Manan berdasarkan prainti yang tersedia serta kelengkapan data yang dapat dihasilkan, stasiun meteorologi dan klimatologi dapat dibagi menjadi tiga sesuai dengan kelasnya [6]. Berikut ini adalah jenis-jenis stasiun meteorologi dan klimatologi berdasarkan kelasnya :

1. Stasiun Meteorologi dan Klimatologi Pertanian Utama (Kelas I)

Stasiun ini merupakan stasiun utama yang digunakan sebagai stasiun pengamatan unsur yang luas serta kelengkapan data nya pun baik. Biasanya, stasiun ini digunakan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) agar dapat memantau cuaca dalam satu kota sehingga masyarakat dapat mengetahui cuaca serta iklim di daerah sekitar. Fungsi dari stasiun ini adalah :

a. Melakukan pengamatan unsur-unsur cuaca dan iklim secara teratur dan lengkap.
b. Melakukan penyusunan program-program penelitian tentang hubungan antara cuaca dan pertanian yang meliputi luas wilayah pertanian atau wilayah tipe iklim tertentu.
c. Menentukan dan mengatur percobaan pengamatan pada stasiun meteorologi pertanian kelas II dan kelas III berdasarkan program penelitian yang sedang dilakukan.
d. Membantu instansi lain dalam menentukan kebijaksanaan pengembangan pertanian di wilayahnya.
e. Menyiarkan hasil pengamatan dan penelitian kepada masyarakat.
f. Melayani kebutuhan masyarakat akan bimbingan di bidang meteorologi dan klimatologi pertanian.

2. Stasiun Meteorologi dan Klimatologi Pertanian Biasa (Kelas II)

Stasiun meteorologi dan klimatologi pertanian biasa merupakan stasiun yang biasanya digunakan dalam satu ruang lingkup daerah. Stasiun ini digunakan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) untuk memantau cuaca daerah agar lebih terperinci. Namun, BMKG hanya membangun stasiun ini di bagian-bagian kota serta lokasi pertanian yang membutuhkan. menggunakan Fungsi dari stasiun ini adalah :

a. Melakukan pengamatan dari setiap unsur-unsur cuaca dan iklim secara rutin dan lengkap.
b. Melaksanakan percobaan-percobaan yang ditentukan oleh stasiun meteorologi pertanian kelas I.
c. Menyediakan data bagi masyarakat setempat.
d. Mengatur pengamatan yang dilakukan oleh stasiun meteorologi kelas III.

3. Stasiun Meteorologi dan Klimatologi Pertanian Pembantu (Kelas III)

Stasiun meteorologi dan klimatologi pertanian pembantu ini digunakan pada ruang lingkup pertanian yang kecil misalkan pedesaan yang memiliki potensi pertanian dan sekolah pertanian. Fungsi dari stasiun ini adalah :

a. Melakukan pengamatan unsur tertentu yang dibutuhkan oleh stasiun kelas I dan II
b. Melakukan pengamatan yang sangat terbatas di bidang pertanian.

2.2.3 Persyaratan Pokok Stasiun Cuaca Pertanian

Stasiun cuaca pertanian yang dapat melakukan pengamatan cuaca untuk kepentingan pertanian maupun kepentingan lain memiliki beberapa syarat yang harus dipenuhi, hal tersebut bertujuan untuk mendapatkan akurasi data yang baik dari pengamatan setiap unsur cuaca. Keterkaitan antara unsur cuaca dan tanaman dapat digambarkan dengan baik apabila stasiun tersebut diletakan di tempat yang dapat mewakili unsur cuaca daerah tersebut. Lokasi yang dapat mudah merubah suatu cuaca seperti lokasi pabrik atau limbah gas sebaiknya tidak dipilih sebagai lokasi enempatan stasiun cuaca. Berikut ini adalah syarat yang harus dipenuhi oleh stasiun cuaca atau stasiun meteorologi dan klimatologi pertanian :

1. Letak dari stasiun tersebut harus mewakili setiap unsur cuaca dalam satu daerah luasan dan dapat mencerminkan keterikatan alam antara iklim, tanah, air serta udara.
2. Alat ukur harus dapat menghasilkan data yang akurat, tidak mudah rusak, dan mudah dalam perawatannya.
3. Pembacaan skala mudah untuk dilaksanakan.
4. Tersedia cukup tenaga kerja yang dapat mengamati serta mengerti tentang stasiun cuaca.

2.2.4 Unsur Iklim

Iklim menurut Soejardi dan Yunus (2007) adalah kebiasaan cuaca yang terjadi di suatu tempat atau daerah. Iklim juga adalah ciri kecuacaan dari suatu lokasi daerah [7]. Iklim adalah suatu unsur atau faktor yang sangat sulit untuk dimodifikasi dan diubah karena iklim merupakan suatu komponen dari ekosistem yang sulit dikendalikan. Iklim bergantung kepada perjalanan semu matahari dimana setiap daerah memiliki perbedaan-perbedaan musim. Maka, secara tradisional bahwa terdapat sistem klarifikasi iklim berdasarkan dengan lintang astronomi tertentu [1]. Berikut ini adalah zonefikasi dari setiap klarifikasi iklim :

1. Daerah iklim tropika yaitu merupakan daerah sebelah menyebelah khatulistiwa, melinkari *globe* bumi yang dibatasi oleh 23½^{o} lintang utara dan 23½^{o} lintang selatan.
2. Daerah iklim sedang berada di belahan bumi utara dimana daerah tersebut terdapat pada globe bumi yang dibatasi oleh 23½^{o} dan 66½^{o} lintang utara. Sedangkan pada belahan bumi selatan dibatasi oleh 23½^{o} dan 66½^{o} lintang selatan.
3. Daerah iklim kutub di belahan bumi utara yang dibatasi oleh lintang terluarnya 66½^{o} lintang utara dengan titik kutub utara sebagai titik pusatnya. Untuk belahan bumi selatan juga dibatasi oleh lintang terluarnya 66½^{o} lintang selatan dan kutub selatan sebagai titik pusatnya.

Unsur iklim meliputi beberapa parameter yang memiliki hubungan dengan tumbuhan. Setiap tumbuhan memiliki syarat tumbuh sesuai dengan iklimnya. Berikut ini merupakan unsr-unsur iklim yang berkaitan dengan tumbuhan.

2.2.4.1 Suhu Udara

Suhu merupakan kemampuan benda dalam hal memberikan atau menerima panas [8]. Suhu juga sering diartikan sebagai energy kinetis rata-rata suatu benda. Apabila suatu benda yang dipanaskan, maka pergerakan molekul-molekulnya semakin intensif yang menyebabkan muatan *energy* kinetisnya bertambah sehingga suhu pun akan naik. Skala dari suhu adalah ***Celcius* (^oC), Fahrenhit (^oF), Reamur (^oR),** dan **Kelvin (^oK)**. satuan yang sering digunakan oleh negara yang berbahasa inggris adalah satuan Fahrenhit, sedangkan satuan yang digunakan serta dianjurkan oleh WMO adalah *Celcius*. Perubahan suhu merupakan proses fisik pada molekul benda, benda memiliki kepekaan yang berbeda terhadap perubahan suhu.

Suhu memiliki pengaruh terhadap tanaman dimana setiap jenis tumbuhan memiliki batas minimum serta maksimum untuk setiap pertumbuhannya. Fluktuasi Suhu dalam tanah akan berpengaruh terhadap proses pengakaran tanaman di dalam tanah. Apabila suhu naik, maka mengakibatkan berkurangnya kandungan air dalam tanah sehingga unsur hara sulit diserap oleh tanaman. Apabila suhu terlalu rendah, maka makin bertambah kandungan air dalam tanah. Tentu saja hal tersebut dapat berakibat buruk kepada tanaman tertentu yaitu pertumbuhan tanaman akan lambat. Maka dari itu, suhu berpengauh terhadap proses pertumbuhan tanaman dari awal pembibitan sampai hasil panen.

1. Alat Pengukur Suhu

Termometer adalah alat yang digunakan sebagai pengukur unsur suhu. Alat ini memiliki nilai kepekaan yang tinggi serta dapat di ukur.

Berdasarkan prinsip kerja, termometer dapat digolongkan menjadi 4 macam [8], yaitu :

1. Termometer berdasarkan prinsip pemuaian.
2. Termometer berdasarkan arus listrik.

3. Termometer bedasarkan prinsip perubahan tekanan dan volume gas.
4. Termometer berdasarkan prinsip perubahan panjang gelombang cahaya yang dipancarkan oleh suatu permukaan yang bersuhu tinggi.

Hal yang dilakukan untuk menghindari hal tersebut, maka termometer diletakan pada ruangan kecil yang disebut dengan sangkar cuaca. Sangkar cuaca biasa dinamakan dengan “Stevenson Screen”, “Instrument Shelter”, atau “Termometer Shelter” [8]. Sangkar cuaca berbentuk persegi empat dengan ukuran yang disesuaikan dengan alat atau termometer yang digunakan. Bahan yang digunakan adalah bahan yang tidak menyerap panas serta menggunakan cat berwarna putih. Sangkar cuaca harus terdapat ventilasi agar udara dapat masuk secara perlahan. Ketinggian sangkar cuaca harus diatas 120 cm dari permukaan tanah, serta rumput disekitarnya harus pendek untuk menghindari pengaruh *local gradient* suhu tanah akibat pemanasan atau pendinginan. Rekomendasi ketinggian harus disesuaikan dengan tinggi pengamat sehingga memudahkan pengamat dalam mengambil data unsur suhu tersebut.

Bentuk dari sangkar cuaca dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Sangkar Cuaca

Di dalam sangkar cuaca, diletakan satu buah termometer. Jenis termometer yang diletakan dalam sangkar cuaca adalah sebagai berikut :

a. Termometer Maksimum-Minimum

Alat ini menggunakan dua buah termometer. Pertama adalah termometer yang menggunakan air raksa. Termometer ini berfungsi

sebagai pengukur keadaan suhu maksimum atau tertinggi dalam satu hari. Selanjutnya adalah termometer yang menggunakan alkohol. Digunakan sebagai pengukur suhu terendah dalam satu hari [6]. Termometer maksimum dan minimum dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Termometer Maksimum dan Minimum

b. Termometer Bola basah-Bola kering

Termometer ini merupakan termometer yang menggunakan air raksa dimana salah satu termometer dibungkus oleh kain kassa atau bahan yang dapat menyimpan kelembapan [6]. Termometer dengan bola kering digunakan untuk mengukur suhu normal, sedangkan termometer bola basah digunakan untuk menghasilkan data suhu maksimal. Termometer bola basah-bola kering dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Termometer bola basah dan bola kering

2. Cara Pengukuran

Jenis dari setiap termometer memiliki cara yang sama dalam pengukurannya namun yang menjadi perbedaan adalah rumus yang digunakan.

Dalam melakukan pengukuran, pengamat melihat skala yang dihasilkan dari suhu lalu melakukan pencatatan. Dalam menghitung rata-rata harian, dapat digunakan rumus. Setiap jenis termometer memiliki rumus yang berbeda sesuai dengan fungsi nya. Berikut ini adalah rumus yang digunakan dalam menghitung rata-rata suhu harian :

a. Termometer Maksimum-Minimum

Termometer maksimum-minimum diukur dengan dua unsur, yaitu suhu maksimum atau tertinggi dan suhu terendah. Unsur tersebut digunakan sebagai parameter dalam mencari rata-rata perhari dengan rumus sebagai berikut :

Pertama, carilah rata-rata suhu maksimum dalam satu hari dengan rumus :

$$T.Maks\ Harian = \frac{\text{t. Maks (jam 07.30 + 13.30 + 17.30)}}{3}$$

Kedua, carilah rata-rata suhu minimum dalam satu hari dengan rumus :

$$T.Min\ Harian = \frac{\text{t. Min (jam 07.30 + 13.30 + 17.30)}}{3}$$

Setelah rata-rata suhu maksimum dan minimum diketahui, maka gunakan rumus rata-rata harian untuk mencari rata-rata suhu dalam satu hari dengan rumus :

$$T.Rata\ rata\ harian = \frac{\text{t. Maks harian} + \text{t. Min harian}}{2}$$

Contoh :

Pada suatu daerah, telah diukur suhu udara dengan menggunakan termometer minimum-maksimum. Didapatkan hasil suhu minimum 20^{o}C pada pagi hari, 21^{o}C siang hari dan 20.5^{o}C pada sore hari. Suhu maksimum dengan 27^{o}C pagi hari, 28^{o}C pada siang hari, dan 27.5^{o}C pada sore hari. Hitunglah rata-rata hariannya.

Jawaban :

1. Rata-rata suhu maksimum pada satu hari :

$$T.Maks\ Harian = \frac{27 + 28 + 27.5}{3}$$

$$T.Maks\ Harian = 27.5$$

2. Rata-rata suhu minimum pada satu hari :

$$T.Min\ Harian = \frac{20 + 21 + 20.5}{3}$$

$$T.Min\ Harian = 20.5$$

3. Rata-rata suhu pada satu hari :

$$T.Rata\ rata\ harian = \frac{27.5 + 20.5}{2}$$

$$T.Rata\ rata\ harian = 24$$

Dari hasil perhitungan, maka dapat disimpulkan bahwa rata-rata suhu pada satu hari adalah 24^{o}C.

b. Termometer Bola Basah-Bola Kering

Termometer BB-BK memiliki dua buah termomter namun hanya satu termometer yang digunakan sebagai pengukuran rata-rata suhu harian yaitu termometer bola kering. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$T.Rata\ rata\ harian = \frac{(2 \text{ x tpa}) + tsi + tso}{4}$$

Keterangan :

Tpa = Temperatur bola kering pagi hari

Tsi = Temperatur bola kering siang hari

Tso = Temperatur bola kering sore hari

Melakukan perhitungan degnan rumus tersebut menggunakan dua buah nilai termometer bola kering pada pagi hari dan menggunakan masing-masing nilai termometer siang dan sore.

Contoh :

Suatu daerah telah di ukur dengan menggunakan termometer BB-BK dengan hasil bola kering sebesar 23.5^{0}C pada pagi hari, 24.5^{o}C pada siang hari, dan 24^{o}C pada sore hari. Maka perhitungannya adalah :

$$T.Rata\ rata\ harian = \frac{(2 \text{ x } 23.5) + 24.5 + 24}{4}$$

$$T.Rata\ rata\ harian = 23.88$$

Hasil dari perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa rata-rata suhu dalam satu hari adalah sebesar 23.88^{o}C.

2.2.4.2 Lama Penyinaran Matahari

Lama penyinaran matahari (LPM) merupakan salah satu unsur dari klimatologi dimana hal tersebut merupakan radiasi matahari yang tiba ke permukaan bumi. Radiasi matahari dapat juga disebut sebagai insolasi atau radiasi *global*. Insolasi dapat diukur dalam satuan jam/hari dimana hal tersebut adalah lama matahari menyinari bumi dalam periode satu hari. Menurut WMO mendefinisikan bahwa lama penyinaran matahari (LPM) adalah kekuatan insolasi yang melebihi **120 W/m** [9]. Manfaat dari sinar matahari adalah untuk menggerakan reaksi fotokimia yang dapat menghasilkan uap air agar terjadi turun hujan. Selain itu manfaat lain adalah untuk menjaga agar suhu tetap hangat. Lama penyinaran matahari memiliki pengaruh besar terhadap pertumbuhan dari tumbuhan dimana semakin lama matahari menyinari bumi, maka semakin besar kesempatan tumbuhan atau tanaman untuk melakukan fotosintesis. Lama penyinaran dapat diukur dengan satuan **jam/hari**.

1. Alat Pengukur LPM

Pengukuran lama penyinaran matahari dapat diukur dengan menggunakan berbagai alat, berikut ini adalah beberapa macam alat ukur LPM yang dikenal :

1. Marvin Recorder (1895)
2. Foster Recorder (1953)
3. Jordan Recorder (1885)

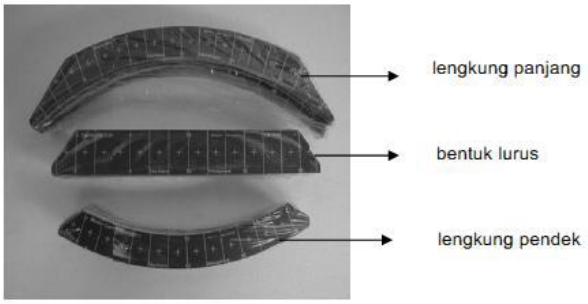
4. Campbell Stockes Recorder (1879)

Menurut sutiknjo (2005) menyatakan bahwa dari keempat recorder tersebut, terdapat dua buah alat yang sering dipakai di Indonesia untuk mengukur LPM yaitu *Campbell Stockes Recorder* dan *Jordan Recorder* [9]. Alat ukur lama penyinaran matahari (LPM) jenis *Campbell Stockes* dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. *Campbell Stokes Recorder*

Cambell Stokes Recorder memiliki dua buah komponen utama, pertama adalah bola kaca yang berdiameter 10 cm dimana komponen ini berfungsi sebagai lensa cembung. Bola kaca ini akan mengumpulkan cahaya dari matahari lalu akan memfokuskan kepada lempengan baja dengah ukuran lebar 10 cm.lempengan tersebut digunakan sebagai tempat menyimpan kertas pias. Kertas pias merupakan kertas yang digunakan sebagai pengukur lama penyinaran dengan skala per-jam dan memiliki tiga bentuk. Pertama adalah lengkung pendek, kedua adalah lurus, dan yang terakhir adalah lengkung panjang. Penggunaan dari setiap alat tersebut mengikuti letak lokasi dari tempat pengamatan sesuai dengan lintang dan musim. Bentuk dari kertas pias dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7. Kertas Pias

2. Cara Pengukuran

Pengukuran untuk lama penyinaran matahari (LPM) dengan cara menyimpan *Campbell Stockes Recorder* di lapangan terbuka dengan menggunakan bola kaca yang akan mengumpulkan cahaya dari matahari lalu akan memfokuskan kepada lempengan baja. Apabila bola kaca tersebut telah memiliki kekuatan 120 W/m^2 dari sinar matahari, maka akan membakar kertas pias tersebut dan meninggalkan jejak. Jejak tersebut digunakan sebagai acuan lama penyinaran matahari dimana semakin panjang jejaknya, maka semakin lama proses insolasi terjadi. Terdapat beberapa jejak terbakar pada kertas pias, yaitu berupa lubang panjang atau pendek, putus-putus, atau hanya bintik terbakar. Penggunaan kertas pias untuk belahan bumi utara dan belahan bumi selatan dapat di lihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Penggunaan Kertas Pias

Kertas Pias	Belahan Bumi Utara	Belahan Bumi Selatan
Lengkung Panjang	15 Oktober – 28/29 Februari	12 April – 2 September
Lurus	1 Maret – 11 April 3 September – 14 Oktober	1 Maret – 11 April 3 September – 14 Oktober
Lengkung Pendek	12 April – 2 September	15 Oktober – 28/29 Februari

2.2.4.3 Kelembapan Nisbi Udara

Kelembapan udara merupakan uap air yang terdapat pada udara dimana dapat dinyatakan dalam **persen (%)** [6]. Suhu berpengaruh terhadap kelembapan udara karena ukuran kandungan uap air ini tergantung terhadap keadaan suhu saat itu. Uap air dapat di ikat oleh uddara pada keadaan suhu tertentu dapat diebut juga sebagai “kapasitas udara”. Apabila pada suatu keadaan suhu tertentu, udara dapat mengikat sejumlah uap air sesuai dengan kapasitasnya maka dapat dikatakan bahwa udara tersebut jenuh. Terdapat dua buah cara agar tercapainya kejenuhan tersebut yaitu :

1. Bila suhu dan kapasitas uddarra tetap, maka suatu kejenuhan dapat terjadi akibat penguapan suatu sumber yang menghasilkan peningkatan jumlah uap air.
2. Bila suhu turun, maka turun pula kapasitas udara, apabila jumlah uap air tetap maka kondisi kejenuhan akan mudah tercapai.

Udara yang telah mengalami kejenuhan yang diikuti oleh penuruhan suhu dimana uap air tersebut telah melebihi kapasitas udara, hal tersebut mengakibatkan kelebihan uap air dan akan mengubah uap air tersebut menjadi titik air atau es. Proses tersebut dinamakan sebagai titik embun dan proses perubahan uap air menjadi titik air dinamakan sebagai kondensasi [6]. Jumlah uap air pada udara pun dapat mengakibatkan tekanan udara.

1. Alat Pengukur Kelembapan

Alat yang digunakan sebagai pengukur kelembapan udara dapat digunakan dua buah alat, yaitu :

1. Psikrometer Sangkar

Alat ini merupakan alat yang terdiri dari dua buah termometer bola basah dan bola kering. Dipasang pada sangkar cuaca dengan ketinggian minimal 120 cm dan harus terjangkau oleh penglihatan manusia. Untuk pembacaan alat ini harus dihindari hal-hal seperti sinar matahari langsung, tetesan air hujan, dan kecepatan angin yang terlalu tinggi. Kecepatan angin yang diperlukan saat melakukan pengamatan alat ini adalah 3-5 m/s. apabila pengamatan dilakukan pada lokasi yang tidak memiliki kecepatan angin tersebut (angin tenang), diperlukan kipas yang tidak terlalu kuat. Namun, apabila tidak terdapat kipas angin maka digunakanlah tabel khusus psikrometer n, tabel tersebut dapat digunakan untuk lokasi yang hanya memiliki kecepatan angin berkisar 1-1,5 m/s.

2. Higrograf

Higrograf merupakan alat yang memanfaatkan rambut manusia sebagai sensor, dimana rambut memiliki kepekaan terhadap perubahan kelengasan lingkungan [6]. Sensor rambut ini dihubungkan dengan kawat kuningan yang dapat menggerakan jarum berpegas. Rambut dapat menangkap kelengasan di sekitarnya dimana rambut akan melakukan pemanjangan sel apabila terisi molekul air. Pemanjangan tersebut dapat menggerakan jarum dan akan menunjuk kepada skala tertentu. Alat ini

diharuskan disimpan pada ruangan tertutup atau sangkar meteor, jauh dari sumber panas serta jangan langsung terkena sinar matahari. Higrograf dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. Higrograf

2. Cara Pengukuran

Kelembapan udara dalam melakukan pengukuran yang memakai Psikrometer Sangkar, dapat digunakan selisih antara bola kering dan bola basah dimana selisih tersebut dapat digunakan dalam daftar tabel RH (satuan %) pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Tabel RH (%)

Suhu BK (°C)	Selisih Suhu Termometer Bola Kering dan Bola Basah (°C)										
	0.0	**0.5**	**1.0**	**1.5**	**2.0**	**2.5**	**3.0**	**3.5**	**4.0**	**4.5**	**5.0**
40	100	97	94	91	88	85	82	79	76	73	71
39	100	97	94	91	88	84	82	79	76	73	70
38	100	97	94	90	87	84	81	78	75	73	70
37	100	97	93	90	87	84	81	78	75	72	69
36	100	97	93	90	87	84	81	78	75	72	69
35	100	97	93	90	87	83	80	77	74	71	68
34	100	96	93	90	86	83	80	77	74	71	68
33	100	96	93	89	86	83	80	76	73	70	67

Suhu BK (°C)	Selisih Suhu Termometer Bola Kering dan Bola Basah (°C)														
	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8
32	100	99	97	96	94	93	91	90	90	87	86	85	83	82	81
31.5	100	99	97	96	94	93	91	90	89	87	86	84	83	82	80
31	100	99	97	96	94	93	91	90	88	87	86	84	83	81	80
30.5	100	98	97	96	94	93	90	90	88	87	85	84	83	81	80
30	100	98	97	95	94	93	90	90	88	87	85	84	83	81	80
29.5	100	98	97	95	94	92	90	90	88	87	85	84	82	81	80
29	100	98	97	95	94	92	90	89	88	86	85	83	82	81	79
28.5	100	98	97	95	94	92	90	89	88	86	85	83	82	81	79
28	100	98	97	95	94	92	90	89	88	86	85	83	82	80	79
27.5	100	98	97	95	94	92	90	89	88	86	85	83	82	80	79
27	100	98	97	95	94	92	90	89	87	86	84	83	81	80	78
26.5	100	98	97	95	94	92	90	89	87	86	84	83	81	80	78
26	100	98	97	95	93	92	90	89	87	86	84	82	81	80	78
25.5	100	98	97	95	93	92	90	88	87	86	84	82	81	79	78
25	100	98	97	95	93	92	90	88	87	86	84	82	81	79	77
24.5	100	98	97	95	93	92	90	88	87	86	83	82	81	78	77
24	100	98	97	95	93	91	90	88	86	85	83	82	80	78	77
23.5	100	98	97	95	93	91	90	88	86	85	83	81	80	78	77
23	100	98	96	95	93	91	90	88	86	84	83	81	79	78	76
22.5	100	98	96	95	93	91	89	88	86	84	83	81	79	78	76
22	100	98	96	95	93	91	89	88	86	84	82	81	79	77	76
21.5	100	98	96	95	93	91	89	87	85	84	82	80	79	77	76
21	100	98	96	94	93	91	89	87	85	84	82	80	78	76	75
20.5	100	98	96	94	93	91	89	87	85	83	82	80	78	76	75
20	100	98	96	94	92	91	89	87	85	83	81	80	78	76	74
19.5	100	98	96	94	92	90	89	87	85	83	81	79	78	75	74
19	100	98	96	94	92	90	89	86	85	83	81	79	77	75	74
18.5	100	98	96	94	92	90	89	86	84	83	81	79	77	75	74
18	100	98	96	94	92	90	89	86	84	82	80	78	76	74	73
17.5	100	98	96	94	92	90	88	86	84	82	80	78	76	74	72
17	100	98	96	94	92	90	88	86	84	82	80	78	76	74	72
16.5	100	98	96	94	92	90	88	85	83	81	79	77	75	74	72
16	100	98	96	94	91	89	87	85	83	81	79	77	75	73	71
15.5	100	98	96	93	91	89	87	85	83	81	79	77	75	73	71
15	100	98	96	93	91	89	87	85	83	81	78	76	74	72	70

Suhu BK (°C)	Selisih Suhu Termometer Bola Kering dan Bola Basah (°C)										
	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
40	71	68	66	63	61	58	56	53	51	49	47
39	70	68	65	63	60	58	55	53	50	48	46
38	70	67	64	62	59	57	54	52	50	47	45
37	69	67	63	61	59	56	54	51	49	46	44
36	69	66	63	61	58	56	53	50	48	45	43
35	68	65	63	60	57	55	52	49	47	45	42
34	68	65	62	59	56	54	51	49	46	44	41
33	67	64	61	58	56	53	50	48	45	42	40

Suhu BK (°C)	Selisih Suhu Termometer Bola Kering dan Bola Basah (°C)															
	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0
32	79	78	77	75	74	73	72	70	69	68	67	65	64	63	62	61
31.5	79	78	76	75	74	73	71	70	69	67	66	65	64	63	61	60
31	79	77	76	75	74	72	71	70	68	67	66	65	63	62	61	59
30.5	79	77	76	75	74	72	71	69	68	67	66	64	63	62	61	59
30	78	77	76	74	73	72	70	69	68	66	65	64	63	61	60	59
29.5	78	77	75	74	73	71	70	69	67	66	65	64	62	61	60	59
29	78	77	75	74	72	71	70	68	67	66	65	63	62	61	59	58
28.5	78	76	75	74	72	71	69	68	67	66	65	63	62	60	59	58
28	77	76	75	73	72	70	69	68	66	65	65	62	61	60	59	57
27.5	77	76	74	73	72	70	69	67	66	65	63	62	61	59	58	57
27	77	76	74	73	71	70	68	67	66	64	63	62	60	59	58	56
26.5	77	75	74	73	71	69	68	67	64	63	63	61	60	58	57	56
26	76	75	73	72	71	69	68	66	63	63	62	61	59	58	57	55
25.5	76	75	73	72	70	69	67	66	63	63	62	60	59	57	56	55
25	76	74	73	72	70	69	67	66	63	63	62	60	59	57	56	55
24.5	76	74	73	72	70	68	67	65	63	62	61	59	58	56	55	54
24	75	74	72	71	69	68	66	65	63	62	60	59	57	56	54	53
23.5	75	73	72	71	69	67	66	64	63	61	60	58	57	55	54	52
23	75	73	72	70	68	67	65	64	62	61	59	58	56	55	53	52
22.5	74	73	71	70	68	66	65	63	61	60	59	57	56	54	53	51
22	74	72	71	69	67	66	64	63	61	60	58	57	55	54	52	51
21.5	74	72	70	69	67	66	64	62	61	59	58	65	55	53	51	50
21	73	72	70	69	66	65	63	62	60	59	57	55	54	52	51	49
20.5	73	71	70	68	66	64	62	61	59	57	56	55	53	51	49	48
20	72	71	69	68	65	64	62	61	59	57	56	54	53	51	49	48
19.5	72	70	69	67	65	64	62	60	59	57	55	54	52	50	49	47
19	72	70	68	67	64	63	61	60	58	56	55	53	51	50	48	46
18.5	71	70	68	66	64	63	61	59	57	56	54	52	51	49	47	46
18	71	69	67	65	63	62	60	58	57	55	53	51	50	48	46	45
17.5	71	69	67	65	63	61	60	58	56	54	52	51	49	47	46	44
17	70	68	66	64	62	61	59	57	55	54	52	50	48	46	45	43
16.5	70	68	66	64	62	60	58	56	55	53	51	49	47	46	44	42
16	69	67	65	63	61	60	58	56	54	52	50	48	47	45	43	41
15.5	69	67	65	63	61	69	57	55	53	51	49	48	46	44	42	40
15	68	67	64	62	60	68	56	54	52	50	49	47	45	43	41	39

Pertama, lihat skala termometer pada termometer bola basah dan bola kering. Lalu cari selisih diantara kedua termometer tersebut. Selanjutnya cari suhu termometer bola kering pada tabel. Setelahnya carilah kelembapan pada baris suhu sesuai dengan selisihnya. Maka dapat dihasilkan kelembapan udara tersebut dalam satuan **persen (%).**

Contoh :

Pada suatu daerah, dihasilkan unsur suhu pada termometer bola kering dengan suhu sebesar 23^{o}C dan termometer basah sebesar 27^{o}C. untuk mencari kelembapan udara, maka perhitungannya adalah :

$$Selisih\ Suhu = 27 - 23$$

$$Selisih\ Suhu = 4$$

Dari perhitungan tersebut menghasilkan :

Selisih suhu = 4^{o}C

Suhu Minimum = 23^{0}C

Lalu, lihat pada tabel RH dalam satuan persen. Suhu minimum adalah 23^{o}C dan selisih antara suhu minimum dan maksimum adalah 4^{o}C. sehingga kelembapannya adalah 68%.

Selanjutnya adalah pengukuran menggunakan Higrograf. Dalam pengukuran alat tersebut, hanya dilihat grafik yang sudah dibuat akibat rambut yang berinteraksi dengan suhu.

2.2.4.4 Tekanan Udara

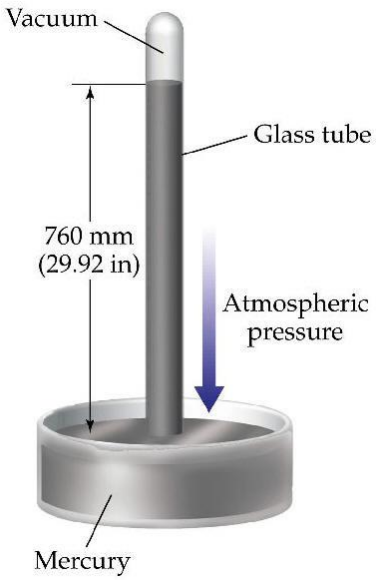
Tekanan udara pada satu tempat merupakan gaya yang diberikan oleh udara atmosfer pada setiap luasan tertentu atau berat udara dalam per satuan luas [8]. Besarnya berat dari udara dapat dipengaruhi oleh kerapatan atau kepadanya dari udara. Maka, semakin tinggi suatu daerah, maka tekanan udara akan semakin berkurang. Untuk daerah permukaan laut merupakan tekanan udara normal. Satuan standar internasional yang digunakan adalah **hPa.** Di indonesia, satuan yang digunakan adalah **milibar (mb)**. Udara pada permukaan laut seluas 1 cm^{2} dapat diperkiraan sebagai gaya sebesar 1kg. gaya tersebut *ekuivalen* dengan tekanan yang diberikan oleh air raksa setinggi 76 cm pada suhu sebesar 0 ^{o}C, sehingga besarnya 76 cm x 13,6 gr.cm^{-2} = 1033 gr.cm. dalam setiap 1 gram massa sebesar 1033 gr.cm^{-2}, maka apabila 1 milibar = 1000 dine.cm^{-2} atau sebesar 1012,96 milibar (mb) [8].

1. Alat Pengukur Tekanan Udara

Peralatan yang digunakan sebagai alat pengukur tekanan udara adalah barometer, barometer memiliki dua jenis yaitu :

1. Barometer air raksa Torricelli

Barometer jenis ini terdiri atas air raksa serta tabung gelas yang memiliki skala dengan ketelitian tinggi. Tabung ini disebut sebagai dengan skala Vernier. Untuk melakukan pengamatan tekanan udara pada alat ini dengan cara melihat naik atau turunnya air raksa pada tabung Vernier. Tipe barometer ini sudah jarang digunakan karena terdapat faktor koreksi yang perlu diperhitungkan agar pembacaan menghasilkan data yang akurat. Beberapa faktor koreksi pada alat ini adalah koreksi suhu, indeks, serta gravitasi. Barometer Torricelli dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9. Barometer Torricelli

2. Barometer Logam

Barometer jenis ini merupakan alat untuk mengukur tekanan udara secara otomatis. Pada alat ini terdapat pegas atau per yang peka terhadap tekanan udara. Perubahan pada tekanan udara, dapat dipantau oleh pegas dan akan menggerakan jarum sehingga dapat dilihat angka tekanan udara. Alat ini mudah digunakan sehingga banyak digunakan oleh stasiun

klimatologi atau meteorologi. Alat ini pun dapat digunakan sebagai pengukur ketinggian (altimeter). Dengan menggunakan milibar tekanan udara, maka dapat menghasilkan perkiraan ketinggian karena semakin tinggi permukaan bumi, maka semakin rendah tekanan udaranya. Barometer logam dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10. Barometer Logam

2. Cara Pengukuran

Cara mengukur suatu tekanan udara yaitu dengan cara melihat skala pada setiap alat. Barometer air raksa dan barometer logam memiliki cara yang sama sehingga tidak ada perhitungan khusus untuk melakukan pengukuran.

2.2.4.5 Kecepatan dan Arah Angin

Angin menurut Nasir dan Manan (1980) adalah gerakan relatif udara terhadap permukaan bumi pada arah horisontal atau hampir horisontal [6]. Menurut Manan (1986) menyatakan bahwa angin berasal dari tempat yang bertekanan tinggi yang mengalir ke tempat bertekanan rendah [8]. Gerakan udara yang memiliki kecepatan yang berubah-ubah serta arahnya dapat dikatakan sebagai turbulensi. Hal tersebut diakibatkan oleh adanya gesekan udara dengan permukaan bumi. Semakin besar relief permukaan, maka semakin besar pula

turbulensinya. Turbulensi dapat berupa perubahan arah yang semakin sering serta laju udara yang semakin cepat. Hal tersebut merupakan salah satu alasan bahwa stasiun pengamat cuaca tidak dianjurkan dekat dengan pepohonan.

Angin memiliki beberapa jenis yang berdasarkan kepada asal serta arah yang dituju oleh angin yaitu adalah angin laut, angin darat, angin lembah, angin gunung, angin musim, angin pasat, dan sebagainya. Angin laut merupakan angin yang bergerak dari laut menuju darat, namun apabila arah nya berlawanan maka dapat disebut juga sebagai angin darat. Selanjutnya adalah angin lembah dimana angin tersebut berasal dari lembah menuju pengunungan, dan sebaliknya apabila angin bersala dari gunung menuju lembah maka dapat dikatakan bahwa angin tersebut adalah angin gunung.

Angin musim merupakan angin yang bergerak dalam skala *global*, yaitu antar benua dan samudra, hal ini menyebabkan perubahan suhu udara karena pemanasan yang terjadi antara daratan dan lautan. Arah angin musim dapat dipengaruhi oleh letak matahari sehingga angin ini akan bergerak sesuai dengan musim yang berganti. Perbedaan pemanasan yang terus menerus terjadi antara daerah khatulistiwa dimana daerah ini memiliki tekaan yang rendah dengan daerah yang bertekanan lebih tinggi akan menyebabkan adanya perbedaan tekkanan udara, akibatnya timbul gerakan udara dari daerah sub tropis ke arah daerah khatulistiwa. Pergerakan udara ini disebut sebagai angin pasat.

1. Alat Pengukur Kecepatan Angin dan Arah Angin

Alat yang digunakan sebagai pengukur kecepatan angin adalah *anemometer*. Alat ini prinsipnya adalah menggunakan angin untuk memutarkan tiga buah cup *anemometer* yang berbentuk seperti mangkok. Kecepatan mangkok inilah yang digunakan sebagai acuan kecepatan angin dalam satuan m/s atau km/h. berdasarkan ketelitiannya, *anemometer* dibuat beberapa macam, pertama *anemometer* yang bergerak sebagai *speed* meter biasa, lalu ada *anemometer* yang memiliki pencatat elektronis. Pengamatan angin pun dilakukan bukan hanya kecepatan saja namun arahnya juga. *Anemometer* dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11. *Anemometer* Kecepatan Angin dan Arah Angin

Berdasarkan kebutuhannya, *anemometer* kecepatan angin dibedakan menjadi dua. pertama adalah *anemometer* yang dipasang tidak lebih dari 50 cm dan tidak dipasang *anemometer* arah angin. untuk *anemometer* ini digunakan sebagai pengukur penguapan yang terjadi pada panci evaporimeter. Kedua adalah *anemometer* yang dipasang 10 kali lebih tinggi dari penghalang yang ada disekitarnya, anemometer ini berfungsi sebagai penghitung kecepatan angin global.

2. Cara Pengukuran

Kecepatan angin dan arah angin dapat diukur dengan menggunakan *speedometer* yang telah disambungkan dengan *anemometer*. *Speedometer* tersebut disimpan pada sangkar cuaca agar terlindung dari hujan dan panas matahari. Dengan melihat jarum petunjuk maka diketahui kecepatan angin tersebut. Pengamatan dilakukan satu kali dalam sehari yaitu pada jam 7 pagi.

2.2.4.6 Curah Hujan

Curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh pada permukaan tanah selama periode tertentu bila tidak terjadi penghilangan oleh proses evaporasi, pengaliran, dan peresapan, yang diukur dalam satuan tinggi [8]. Pengukuran curah hujan diukur dengan satuan mm (milimeter). Setiap tinggi air hujan 1 mm diartikan sebagai hujan pada bidang seluas $1m^2$ berisi 1 liter atau dihitung sebagai

100 x 100 x 0,1 = 1 liter. Unsur yang dihitung dalam curah hujan adalah jumlah curah hujan (mm), hari hujan (hari), dan intensitas atau kekuatan tetesan hujan.

Air yang jaduh pada permukaan tanah yang datar dapat dianggap sama tinggi, untuk volume air hhujan pada luas permukaan tertentu dengan mudah dapat dihitung apabila tingginya diketahui. Maka dalam pengukuran hujan dapat ditujukan ke arah pengukuran tinggi yang representatif dari hujan yang jatuh selama jangka waktu tertentu. Klimatologi pertanian dilakukan pencatatan hujan harian dalam periode waktu 24 jam serta jumlah hari hujan. Dalam satu hari hujan ialah periode selama 24 jam terkumpul sebanyak hujan setinggi 0.5 mm atau lebih, apabila kurang maka hari hujan di anggap nol atau tidak ada namun ukuran hujan tetap diperhitungkan.

1. Alat Pengukur Curah Hujan

Peralatan yang digunakan sebagai pengukur curah hujan dapat dinamakan sebagai penakar hujan [8]. Jumlah air hujan yang masuk kedalam penakar hujan merupakan nilai yang dapat mewakili daerah sekitarnya. Kerapatan dari penakar disetiap daerah tidak sama, tergantung pada tipe hujan serta *topografi* daerah tersebut. Persayaratan yang telah ditetapkan oleh WHO tentang penakar hujan adalah sebagai berikut :

1. Penakar diharuskan ditempatkan pada daerah terbuka jauh dari penghalang serta lintasan angin masih horizontal.
2. Jarak suatu penghalang dengan penakar hujan yaitu 4 kali tinggi penghalang.
3. Kerapatan suatu penakar ditentukan oleh tipe wilayah. Apabila wilayah datar, dapat diwakili oleh satu penakar hujan untuk seluas 600-900 km^2, sedangkan untuk wilayah pegunungan hanya dapat diwakili luasan sekitar $100m^2$.

Penakar diletakan tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu rendah. Karena semakin rendah suatu penakar hujan maka kecepatan angin semakin kecil. Apabila penakar terlalu tinggi maka kecepatan angin semakin besar sehingga

mengakibatkan air yang masuk kedalam penakar semakin sedikit. Oleh karena itu, diperlukan tetapan tinggi tertentu untuk meminimalisir gangguan-gangguan luar.

Berdasarkan mekanismenya, penakar hujan dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu :

1. **Penakar Hujan Tipe Kolektor**

   Penakar tipe kolektor hanya dapat menunjukan tinggi hujan dan tidak dapat diketahui perkembangan selama peristiwa hujan berlangsung seperti kapan hujan dimulai serta kapan hujan berhenti. Alat yang digunakan sebagai alat pennakar tipe ini adalah Ombrometer (tipe Observatorium). Penakar ini paling banyak digunakan pada stasiun klimatologi. Luas alat ini adalah 100 cm^2 dengan diameter luarnya adalah 11,3 cm. bagian dasar air ini terdapat pipa sempit yang mengarahkan ke tabung kolektor. Tabung kolektor memiliki keran. Ombrometer dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12. Penakar Hujan Tipe Kolektor

2. **Penakar hujan perekam**

   Selanjutnya adalah penakar hujan perekam. Penakar ini dilengkapi dengan sistem perekam data yang pengukur curah hujan secara otomatis [8]. Alat ini lebih lengkap karena selain mengukur tinggi hujan, dapat pula menghitung jumlah hari hujan dalam satu minggu serta lama hujan (jam) dalam satu hari.

Golongan penakar hujan ini dapat disebut sebagai *Recording Rain Gauge* atau *Pluvlograf* atau *Ombrograf*. Terdapat beberapa prinsip pada penakar tipe rekaman, yaitu :

a. Prinsip timbangan pada penakar tipe *Bandix*.
b. Prinsip pelampung pada penakar tipe *Hellman.*
c. Prinsip bejana berjungkat pada penakar tipe *Tipping Bucket*.
d. Penakar hujan dan intensitas hujan perekam data pada penakar intensitas hujan tipe *Jardi*.

Di indonesia alat penakar hujan rekaman yang sering digunakan adalah tipe *hellman* dan *Tipping Bucket*.

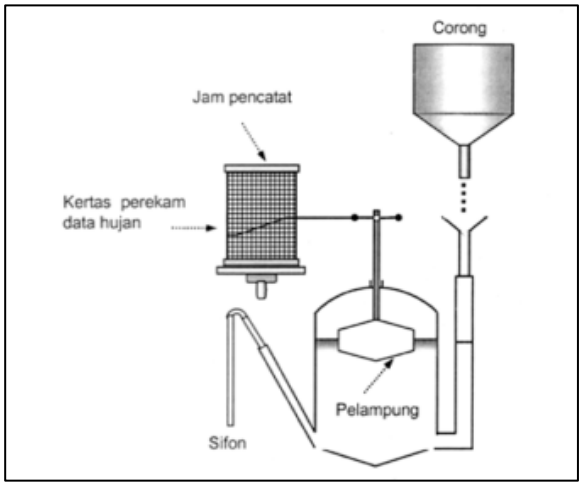
Penakar hujan jenis *Hellman* merupakan alat penakar yang memanfaatkan metode pelampung. Penakar hujan ini memiliki 3 komponen utama yaitu kertas grafik, pena khusus, dan pelampung. Kertas grafik tersebut memiliki skala dalam satuan jam yang berputar sehingga dapat diketahui waktu saat terjadi hujan. Kertas tersebut harus diganti seminggu sekali. Penakar hujan perekam jenis *Hellman* dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.13. Penakar Hujan Hellman

Cara kerja dari penakar tersebut adalah ketika air masuk ke dalam penakar akan disimpan dalam wadah setinggi 10mm lalu pelampung akan

mengikuti tinggi air tersebut sehingga pena akan mengikuti tinggi pelampung tersebut dan menuliskan pada grafik. Apabila air sudah setinggi 10 mm maka secara otomatis wadah akan membuang air tersebut. Cara kerja penakar hujan *Hellman* dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14. Cara kerja penakar Hujan Hellman

Penakar hujan jenis *tipping bucket* merupakan penakar yang memanfaatkan jungkit sebagai penghitung jumlah air. Komponen yang dimiliki oleh penakar hujan ini adalah dua buah penampung air yang dibentuk seperti jungkit. Jadi, apabila pada satu penampung air penuh maka akan terjadi 1 jungkit dan membuang air pada penampung yang penuh lalu penampung yang kosong akan siap menampung air. Air yang tumpah akan dihitung sebagai 1 jungkit. Dalam 1 jungkit maka akan tersimpan jumlah curah hujan dalam satuan mm. Tidak ada volume standar dari penampung tersebut sehingga untuk membuatnya diperlukan gelas ukur agar dapat melihat seberapa besar volume penampung jungkit dalam menampung air. Penakar hujan tipe *tipping bucket* dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15. Penakar Hujan *Tipping Bucket*

2. Cara Pengukuran

Alat curah hujan dihitung dengan cara yang berbeda-beda setiap jenis nya. Berikut ini adalah cara pengukuran berdasarkan jenisnya :

1. **Penakar hujan Ombrometer**

   Penakar hujan jenis ini dilakukan pengukuran dengan memasukkan air yang ditampung dalam penakar ke dalam gelas ukur dengan satuan mm atau ml. air akan disalurkan melalui keran sampai habis. Lalu, dilihat skala nya pada gelas ukur dan dicatat ketinggiannya. Sehingga satuan nya adalah milimeter.

2. **Penakar hujan Hellman**

   Penakar hujan jenis *hellman* dapat diukur dengan melihat kertas grafik. Kertas tersebut mengukur hujan serta waktu kapan terjadi hujan. Terdapat batas maksimal dari penampung sehingga ketika terjadi pembuangan air, pena akan kembali menulis nilai dari 0. Sehingga diperlukan perhitungan untuk melihat jumlah curah hujan yang terjadi dalam satu hari.

3. **Penakar hujan Tipping Bucket**

   Penakar hujan tipe ini sudah otomatis dan terkomputerisasi sehingga data yang dihasilkan dapat dilihat pada komputer.

2.2.4.7 Evaporasi

Evaporasi merupakan ssuatu proses hilangnya air akibat penguapan yang terjadi di permukaan bumi [6]. Proses penguapan ini dapat terjadi pada permukaan bumi atau permukaan laut. Selain penguapan air, terdapat pula penguapan pada tumbuhan atau tanaman disebut sebagai *transpirasi*. Dari pernyataan tersebut, dapat disimpulkan bahwa penguapan yang terjadi pada permukaan bumi dapat disebut sebagai *evapotranspirasi*. Menurut tempat terjadinya penguapaun, dibagi menjadi lima istilah [6]. Yaitu :

1. *Evaporasi*, terjadi pada permukaan tanah dan air.
2. *Transpirasi*, terjadi pada tumbuhan (Vegetasi).
3. *Evapotranspirasi*, terjadi pada tanah bervegetasi.
4. *Evapotranspirasi* aktual, terjadi pada tanah bervegetasi dengan kandungan air tanah kurang dari kapasitas lapang.
5. *Evapotranspirasi* potensial, terjadi pada tanah bervegetasi rapat dengan kandungan air pada tingkat kapasitas lapang.

Bagi pertanian, *evaporasi* sangat penting karena merupakan bentuk dari kehilangan air yang sangat dibutuhkan oleh kehidupan tumbuhan. Keadaan penguapan ini penting untuk diketahui karena disamping untuk memperkirakan jumlah persediaan air serta menentukan jenis tanaman yang dapat dibudidayakan, data *evaporasi* pun data digunakan sebagai acuan untuk irigasi. Penguapan air dpat terjadi dikarenakan oleh radiasi matahari, suhu, kelembapan udara, kecepatan angin, kerapatan vegetasi serta kandungan air di dalam tanah.

1. Alat Pengukur Evaporasi

Alat ukur yang digunakan pada stasiun klimatologi yaitu panci evaporimeter [1]. Diameter panci yang digunakan bermacam-macam. Ada yang 20 cm dan juga 120 cm. Dalam perhitungan luas untuk panci evaporimeter berdiameter 20 cm. maka dihitung luasnya : 3.14 cm x 10 cm x 10 cm = 314 cm^2 = 31400 mm^2. Dari hasil perhtungan tersebut dinyatakan bahwa penguapan yang terjadi pada panci tersebut sama dengan luasan permukaan bumi sebesar 31400 mm^2. Begitu pula rumus yang digunakan untuk panci evaporimeter dengan ukuran

120 cm [1]. Kedudukan panci harus disimpan di lapangan yang datar, permukaan air harus dibawah bibir panci. Kemudian terdapat alat pengukur penguapan air yaitu mikrometer. Mikrometer merupakan alat yang menyerupai kail (*Hook*). Alat tersebut dapat dinaik dan turunkan dengan memutarkan sekrup yang terdapat pada batang mikrometer. Panci evaporimeter dapat dilihat pada gambar 2.16.



Gambar 2.16. Panci Evaporimeter

2. Cara Pengukuran

Cara pengamatan panci evaporimeter ini adalah dengan cara setiap pagi ujung kail hook harus dipasang tepat menyentuh permukaan air (tpa1). Lalu dibiarkan sampai saat sore hari, dilakukan pembali pengamatan dengan melihat ujung kail hook. Apabila terjadi penguapan, maka batang kail di putar kembali sehingga ujung kail hook tepat berada di dasar permukaan air. Lalu dilakukan pengamatan angka yang tertera pada batang kail (tpa2). Maka penguapan yang terjadi adalah :

$$E = [TPA1 - TPA2]\ mm$$

Keterangan :

TPA1 = Tinggi air pagi hari

TPA2 = Tinggi air sore hari

Apabila terjadi hujan pada satu hari, maka besar curah hujan diperhitungkan dalam evaporasi ini. Apabila terjadi peluapan maka panci evaporasi tidak dapat digunakan. Berikut ini adalah perhitungan apabila terjadi hujan pada satu hari :

1. Permukaan air dan ujung kail tetap sama pada pagi hari dan sore hari setelah terjadi hujan pada satu hari. Maka perhitungannya adalah :

$$E = [(TPA1 - TPA2) + CH]\ mm$$

Keterangan :

CH = Curah Hujan

2. Ujung kail berada di atas permukaan air saat sore hari (tpa2), namun terjadi hujan saat hari tersebut (CH > 5 mm). maka perhitungan curah hujannya adalah :

$$E = [(TPA1 - TPA2) + CH]\ mm$$

3. Ujung kail berada dibawah permukaan air saat sore hari (tpa2), dan terjadi hujan saat hari tersebut. Maka perhitungannya adalah :

$$E = [CH - (TPA2 - TPA1)]\ mm$$

Contoh kasus :

Pada suatu daerah, terdapat panci evaporimeter dimana pada hari pertama di pagi hari ukuran panci setinggi 10 mm. lalu pada sore hari ketinggian setinggi 6 mm. pada hari selanjutnya pada pagi hari ketinggian panci sebesar 6 mm. lalu terjadi hujan yang telah di ukur dengan penakar hujan sebesar 8 mm. pada sore hari terliaht bahwa ketinggian panci kini setinggi 14 mm. tentukan evaporimeternya.

Jawaban :

Pada hari pertama pada pagi hari ketinggian panci adalah 10 mm. pada sore hari 8 mm. maka perhitungannya adalah :

$$E = [TPA1 - TPA2]\ mm$$
$$E = [10 - 6]\ mm$$
$$E = 4\ mm$$

Pada hari kedua pada pagi hari ketinggian panci sebesar 8 mm dan terjadi hujan pada hari itu sebesar 15 mm. pengukuran pada sore hari menunjukan ketinggian 14 mm. maka perhitungannya adalah :

$$E = [CH - (TPA2 - TPA1)]\ mm$$

$$E = [8 - (14 - 6]\ mm$$

$$E = 1\ mm$$

Maka, kesimpulan dari perhitungan tersebut adalah *evaporasi* apda hari pertama sebesar 4mm. sedangkan untuk hari kedua karena terdapat hujan maka evaporasinya sebesar 1 mm.

2.2.5 Fungsi Iklim Dalam Pertanian

Iklim memiliki fungsi tersendiri dalam dunia pertanian, bahkan merupakan faktor yang penting karena adanya ketergantungan dari tanaman. Faktor tersebut diantaranya adalah ketinggian wilayah, suhu, curah hujan, jenis tanah, serta kemiringan lahan [10].

Unsur yang termasuk ke dalam faktor iklim adalah temperatur, kelembapan, radiasi matahari, curah hujan, evaporasi, tekanan udara dan angin. Air merupakan faktor penting yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman, maka datangnya hujan sangat ditunggu-tunggu. Akan tetapi, hujan yang datang di luar massanya dapat merusak tanaman sehingga menyebabkan gagal panen. Oleh karena itu, curah hujan harus sesuai dengan jumlah air yang dibutuhkan tanaman. Ketidaksesuaian antara besarnya curah hujan dengan jumlah air yang dibutuhkan tanaman akan memberikan dampak negatif bagi pertumbuhan dari tanaman. Umumnya, pertumbuhan tanaman akan terganggu, terjangkit hama atau penyakit bahkan dapat mengakibatkan kematian bagi tanaman tersebut.

Banyaknya sinar matahari yang diterima oleh bumi berpengaruh pada temperatur daerah tersebut. Semakin banyak sinar matahari yang diterima, semakin tinggi temperaturnya. Karena sinar matahari tidak selamanya datang secara tegak lurus, maka sudut datang sinar matahari mempengaruhi besarnya temperatur. Semakin tegak arah datangnya sinar matahari, semakin tinggi pula temperaturnya.

Panjang hari atau lama penyinaran matahari berpengaruh pada pembungaan dari tanaman. Karena adanya perbedaan panjang hari, maka tanaman dibedakan mejadi tiga macam, yaitu :

1. Tanaman hari panjang (*Long day plant*) adalah tanaman yang memerlukan lama penyinaran matahari lebih dari 14 jam untuk pembungaannya.
2. Tanaman hari pendek (*Short day plant*) merupakan tanaman yang memerlukan lama penyinaran kurang dari 12 jam untuk pembungaannya.
3. Tanaman indeferen (*netral day plany*) adalah golongan tanaman yang pembungaannya tidak terpengaruhi oleh lama penyinaran matahari.

Iklim di suatu tempat berbeda dengan tempat lainnya sehingga tanaman yang tumbuh pun menjadi beragam. Tanaman dengan syarat tumbuh tertentu tidak dapat ditanam di sembarang tempat. Misalkan, tanaman sayuran dataran tinggi tentunya harus ditanam di dataran tinggi. Apabila di tanam di dataran rendah kemungkinan dapat hidup, namun pertumbuhannya terganggu. Dengan demikian akan lebih baik bila tanaman tersebut ditanam sesuai dengan lingkungan yang dikehendaki.

Pengaruh ketinggian tempat dan curah hujan pun dapat mempengaruhi kelembapan, semakin tinggi letak suatu tempat, maka curah hujan pun semakin tinggi pula. Dengan demikian daerah tersebut mempunyai kelembapan yang tinggi.

Keberadaan tanaman juga dapat mempengaruhi kelembapan, areal *stomata* atau mulut daun, menjadi terbuka atau tertutup. Pada lingkungan yang mempunyai kelembapan tinggi, *stomata* akan tertutup sehingga CO^2 yang menjadi bahan pokok dalam proses *fotosintesis* tidak dapat masuk ke dalam daun. Akibatnya penguapan yang terjadi tidak berlebihan. Sebaliknya bila dalam lingkungan dengan kelembapan rendah, penguapan yang terjadi lebih banyak. Hal inilah yang menyebabkan berbedaan syarat tumbuh tanaman dimana syarat yang berhubungan dengan kelembapan. Namun perbedaan ini tidak mutlak karena dalam lingkungan ekstrim pun masih terdapat tanaman yang mampu beradaptasi.

2.2.6 Pembelajaran

Pembelajaran merupakan suatu situasi yang tercipta dari interaksi yang berlangsung antara faktor-faktor maupun komponen. Komponen tersebut meliputi guru, siswa, kurikulum, metode, sarana, media, serta komponen lainnya yang

dibutuhkan [11]. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pembelajaran dimana hal tersebut dapat menghasilkan suatu pencapaian tujuan yang baik, yaitu :

1. Faktor internal dari subjek didik.
2. Faktor eksternal berupa lingkungan fisik.
3. Faktor sistem yang berlaku pada suatu institusi pendidikan.
4. Faktor tujuan yang ingin dicapai.

Dari uraian tersebut dapat diketahui bahwa pembelajaran merupakan proses interaktif antara siswa, guru sebagai fasilitator dan motivator, sarana dan media pembelajaran perlu saling bekerjasama agar menghasilkan suatu perubahan yang bermakna dari peserta didik. Dalam suatu sekolah terdapat kurikulum yang mengatur mata pelajaran agar sesuai dengan visi dan misi sekolah yang telah dibentuk.

2.2.6.1 Penunjang Pembelajaran

Penunjang menurut KBBI adalah sana (sarana) yang akan memperlancar (usaha dan sebagainya). Dalam dunia pendidikan, sarana dan prasarana merupakan salah satu penunjang bagi siswa dalam mempelajari suatu mata pelajaran. Maka penunjang pembelajaran dapat diartikan sebagai suatu alat bantu yang dapat memperlancar siswa dalam melakukan kegiatan tertentu sehingga siswa dapat lebih mengerti serta dapat mencapai tujuan dari mata pelajaran tersebut.

2.2.7 Internet Of Things

Internet Of Things merupakan suatu konsep dimana suatu objek memiliki kemampuan untuk berinteraksi atau mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi dari manusia [12]. Berbagai macam benda, kini dapat terkoneksi dengan *internet* dimana benda tersebut di modifikasi dengan menambahkan sensor-sensor yang diperlukan sehingga benda tersebut dapat bergerak atau berinteraksi secara otomatis sesuai dengan kebutuhan pengguna atau manusia.

Teknologi *internet of things* dapat mempermudah pekerjaan manusia karena teknologi tersebut dapat menghubungkan suatu benda fisik dengan *sensor* lalu dihubungkan ke *internet* dan dapat menghasilkan suatu data tertentu atau bertindak sesuai dengan informasi yang dimilikinya tanpa harus melibatkan manusia dalam prosesnya. Manusia sendiri hanya menerima data hasil dari sistem tersebut. Berdasarkan prediksi dari perusahan IT terkenal yaitu Cisco bahwa pada tahun 2020, akan ada 50 milyar alat-alat yang terhubung dengan *internet*, termasuk 400 juta alat-alat tersebut merupakan alat yang dapat dipasang pada manusia "*wearable*" [12]. Hal tersebutdapat dibuktikan mengingat bahwa terdapat perusahan besar yang memproduksi alat yang *wearable*. Contohnya adalah *Google glass* produksi dari Google.

Istilah dari *Internet of Things* mulai dikenal pada tahun 1999. Istilah tersebut dikemukaan pada sebuah presentasi oleh Kevin Ashton [12]. Seorang *Cofounder* dan *Executive director* dari Auto-ID Center di MIT. Saat itu konsep tersebut mulai populer namun alat *internet* pertama diciptakan sebelum istilah tersebut dikenal. Contohnya adalah alat *internet* pertama yaitu mesin *Coke* yang diciptakan di Carnegie Melon University pada tahun 1980. Alat tersebut dapat menghubungkan programer ke mesin melalui *internet* tanpa harus pergi ke mesin tersebut.

Internet Of Things memiliki manfaat dalam kehidupan sehari hari. Manfaat seperti menjaga keamanan suatu tempat, memberi kemudahan manusia dalam memenuhi kebutuhannya, serta melakukan pengamatan yang tidak dapat dijangkau oleh manusia. Selain itu, *internet of things* dapat bermanfaat di berbagai bidang. Contoh bidang yang telah memanfaatkan *internet of things* yaitu :

1. Sektor pembangunan
2. Sektor energi
3. Sektor rumah tangga
4. Sektor kesehatan
5. Sektor industri
6. Transportasi
7. Perdagangan

2.2.8 Arduino

Arduino merupakan platform *open source* yang dapat menciptakan objek interaktif dimana mikrokontroler ini bisa digunakan secara *stand alone* atau berdiri sendiri atau terhubung dengan perangkat lunak pada komputer [13]. Arduino memiliki dua komponen utama. Pertama adalah komponen *hardware* atau perangkat keras yang digunakan untuk membangun objek dimana menghubungkan sensor-sensor sesuai kebutuhan. Kedua adalah komponen *software* atau perangkat lunak. Perangkat lunak yang dimaksudkan disini adalah IDE. Arduino memiliki IDE sendiri yaitu Arduino IDE. Perangkat lunak ini digunakan untuk memprogram sensor-sensor sehingga menciptakan suatu sistem yang memenuhi kebutuhan manusia. Lalu sistem tersebut di *upload* ke *board* Arduino sehingga dapat menggerakan sensor yang telah dibangun tersebut. Mikrokontroler arduino uno dapat dilihat pada gambar 2.17.



Gambar 2.17. Mikrokontroler Arduino

2.2.8.1 Komponen Arduino

Arduino memiliki komponen utama yang saling berhubungan sehingga tercipta sebuah mikrokontroler [14]. Setiap komponen dijelaskan sebagai berikut :

1. **14 pin input/output digital (0-13)**

   Pin ini berfungsi sebagai *input* atau *output* dari suatu sensor. *Pin* tersebut diatur oleh *source code* dari Arduino IDE. Khusus untuk 6 buah *pin* yaitu *pin* 3, 5,6, 9, 10 dan 11 dapat digunakan sebagai *pin* analog

output dimana tegangannya dapat diatur [14]. Nilai pada sebuah *pin output* analog dapat diprogram antara nilai 0 – 255. Nilai tersebut mewakili nilai tegangan 0V sampai 5V.

2. USB

Universal serial bus (USB) berfungsi untuk melakukan *upload* program dari komputer ke dalam papan Arduino, komunikasi serial antara Arduino dengan komputer, dan memberikan daya listrik kepada Arduino [14].

3. Sambungan SV1

Sambungan atau *jumper* digunakan sebagai alat untuk memilih sumber daya dari Arduino. Pilihan dari *jumper* tersebut adalah eksternal atau menggunakan USB [14]. Namun *jumper* ini sudah tidak dipergunakan lagi karena dalam menentukan sumber daya untuk Arduino sudah dilakukan otomatis.

4. Q1 – Kristal (*Quartz crystal oscillator*)

Merupakan komponen yang dapat menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada mikrokontroler (*Clock Speed*) [14]. Komponen ini berfungsi sebagai alat yang memberikan instruksi kepada mikrokontroler untuk melakukan sebuah operasi setiap detaknya. Komponen ini dapat berdetak sebanyak 16 juta kali perdetik (16MHz).

5. Tombol reset S1

Tombol ini berfungsi untuk melakukan reset pada program yang sudah ditanam pada arduino sehingga program akan di eksekusi kembali mulai dari awal.

6. *In-Circuit serial programming (ICSP)*

Port ini digunakan oleh pengguna sebagai media untuk memprogram mikrokontroler secara langsung tanpa harus melaui *bootloader*. Bagi

pengguna atau developer Arduino tidak melakukan ini sehingga port ini tidak terlalu dipakai [14].

7. IC 1 – Mikrokontroler Atmega

Merupakan otak atau komponen utama dari Arduino. Bagian ini terdiri dari *CPU*, *ROM*, dan *RAM*.

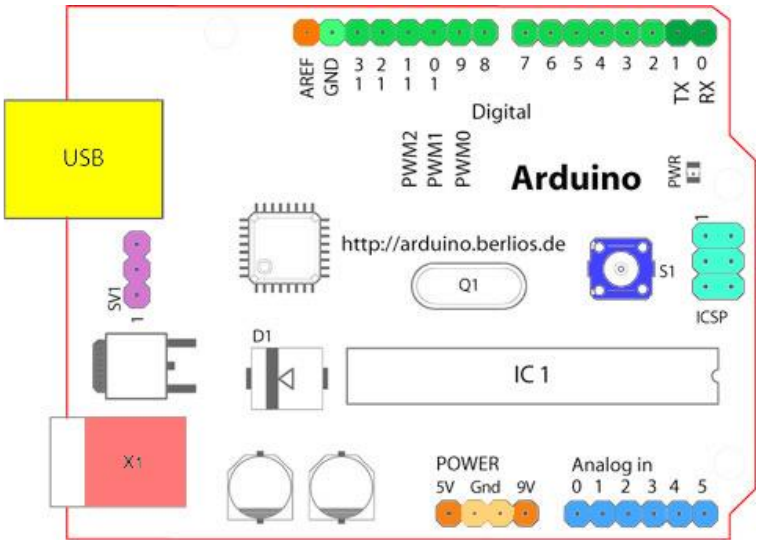
8. X1 – sumber daya eksternal

Merupakan komponen untuk memberikan sumber daya eksternal. Papan Arduino membutuhkan tegangan DC sekitar 9V sampai 12 V.

9. 6 pin input analog (0-5)

Pin input analog digunakan untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor yang memiliki output analog. Program dapat membaca nilai tegangan sebuah pin analog antara 0 sampai 1023. Nilai tersebut mewakili tegangan antara 0V sampai 5V [14].

Komponen arduino yang sudah dijelaskan sebelumnya dapat dilihat pada gambar 2.18.



Gambar 2.18. Komponen Arduino

2.2.8.2 Jenis Arduino

Arduino memiliki beberapa jenis disesuaikan dengan peruntukannya. Berdasarkan website resminya [15]. berikut ini adalah jenis jenis dari arduino :

1. Arduino Uno

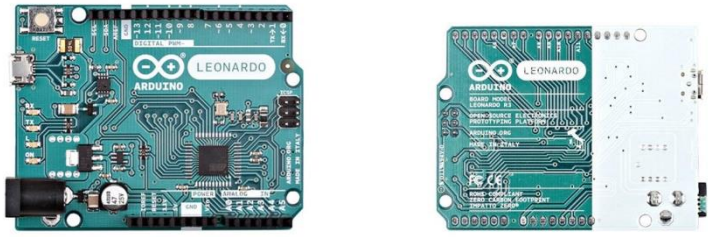
   Arduino uno merupakan papan yang dapat digunakan oleh pemula karena *source code* serta dokumentasi yang terdapat pada *internet* rata-rata menggunakan arduino uno sebagai papan utama. Arduino uno merupakan mikrokontroler yang berbasis pada ATmega 328P. mikrokontroler memiliki 14 digital *input/output*, 6 analog *input*, 16 MHz Q1 Kristal, *slot USB, ICSP, jack* listrik, dan tombol *reset*. Mikrokontroler Arduino Uno dapat dilihat pada gambar 2.19.



Gambar 2.19. Arduino Uno

2. Arduino Leonardo

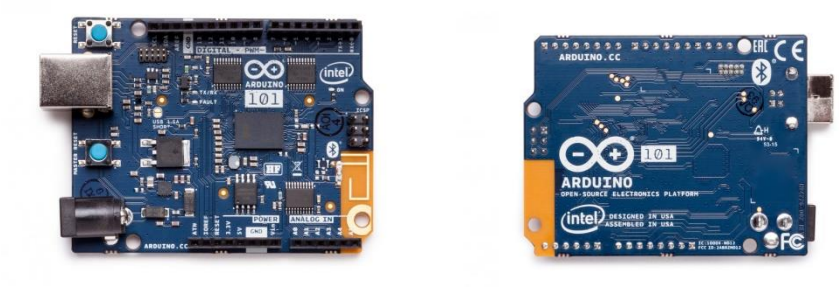
   Arduino leonardo merupakan mikrokontroler berbasis pada ATmega32u4. Memiliki 20 digital *input/output pin*. 7 buah *pin* merupakan *pin PWM outputs* dan 12 berupakan analog *input*. 16 MHz *crystal oscillator, USB, jack* listrik, *ICSP*, dan tombol *reset*. Arduino Leonardo dapat dilihat pada gambar 2.20.



Gambar 2.20. Arduino Leonardo

3. Arduino 101

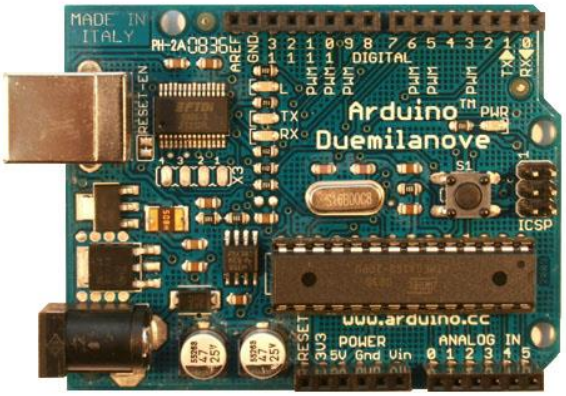
Arduino 101 memiliki dua *core* yaitu x86 (*Quark*) dan 32-*bit ARC architecture core*. Keduanya memiliki *clockspeed* sebesar 32MHz. sistem operasi menggunakan RTOS (*Real-Time Operating Systems*) dan *framework* yang diproduksi oleh intel. Mikrokontroler ini memiliki 14 pin digital input/output dimana 4 pin merupakan *PWM output*, 6 pin analog, konektor *USB, jack* power, *ICSP header* dengan sinyal *SPI* dan *I2C pin*. Arduino 101 merupakan Arduino yang berkolaborasi dengan intel. Bentuk dari Arduino 101 dapat dilihat pada gambar 2.21.



Gambar 2.21. Arduino 101

4. Arduino Duemilanove

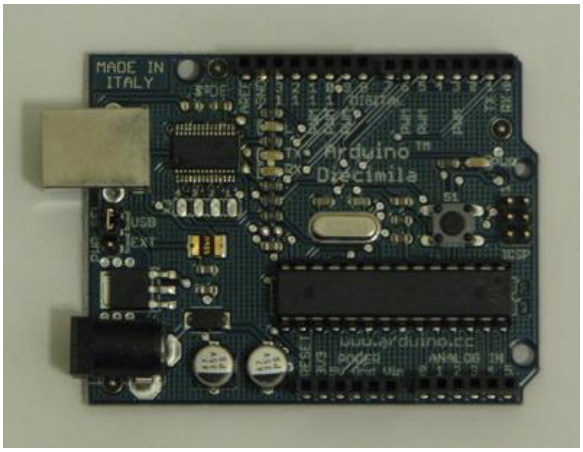
Arduino Duemilanove dirilis pada tahun 2009. Arduino jenis ini merupakan arduino yang berbasis ATmega168 atau ATmega 328. Mikrokontroler ini memiliki 14 digital *input/output* dimana 6 *pin* dapat digunakan sebagai *output PWM*, 6 analog *input*, *clock speed* sebesar 16 MHz *Crystal Oscillator*, *USB*, *jack* listrik, *ICSP*, dan tombol *reset*. Spesifikasi lain dari Arduino jenis Duemilanove adalah memiliki *flash memory* sebesar 16kb untuk ATmega168 dan 32kb untuk ATmega328 dimana disimpan sebesar 2kb untuk *bootloader*. *SRAM* sebesar 1kb untuk ATmega168 dan 2 KB untuk ATmega 328. *EEPROM* sebesar 512 bit pada ATmega168 dan 1kb pada ATmega328. Bentuk dari Arduino Duemilanove dapat dilihat pada gambar 2.22.



Gambar 2.22. Arduino Duemilanove

5. Arduino Diecimila

Arduino Diecimila merupakan mikrokontroler yang berbasis ATmega 168. Memiliki 14 *input* / *output* digital, 6 *input* analog, *clock speed* sebesar 16 MHz *crystal oscillator*, *USB*, *jack* listrik, *ICSP*, dan tombol *reset*. *Flash memory* yang dimiliki arduino ini adalah 16kb dimana 2kb digunakan sebagai *bootloader*. *SRAM* sebesar 1kb, *EEPROM* sebesar 512bit. Bentuk dari Arduino Diecimila dapat dilihat pada gambar 2.23.



Gambar 2.23. Arduino Diecimila

6. Arduino Mikro

Arduino Mikro merupakan mikrokontroler berbasis ATmega 23U4. Dikembangkan bersama dengan adafruit. Arduino ini memiliki 20 *pin* digital *input/output* dimana 7 *pin* dapat digunakan sebagai *PWM outputs*

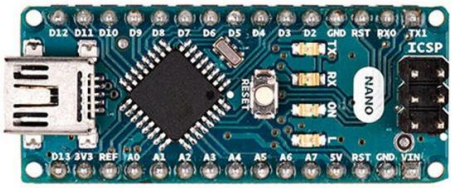
dan 12 sebagai *pin* analog *input*. Memiliki *clockspeed* 16 MHz, *mikro USB, ICSP header*, dan tombol *reset*. Arduino Mikro dapat dilihat pada gambar 2.24.



Gambar 2.24. Arduino Mikro

7. Arduino Nano

Arduino nano merupakan arduino *mini* yang berbasis pada ATmega328 (Arduino Nano 3.x). memiliki fungsi dan *pin* sama dengan Arduino Diemilanove dengan berbedaan hanya memiliki *DC power jack* dan *mini USB*. Bentuk dari Arduino Nano dapat dilihat pada gambar 2.25.



Gambar 2.25. Arduino Nano

8. Arduino Mega 2560

Arduino mega 2560 merupakan mikrokontroler yang menggunakan *chip* ATmega 2560. *Board* ini di desain untuk kebutuhan sensor yang banyak. Spesifikasi *board* ini memiliki 54 *pin input/output* digital, 16 *pin* analog *input*, 4 *pin UART*, arduino mega dilengkapi dengan sebuah *oscillator* 16 MHz, *port USB, power jack DC, ICSP header*, dan tombol *reset*. Spesifikasi lain pada arduino ini adalah memori *flash* sebesar 256 kb dimana 8 kb digunakan sebagai *bootloader*. *SRAM* 8kb, dan *EEPROM* 4kb. Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada gambar 2.26.



Gambar 2.26. Arduino Mega 2560

9. Arduino BT

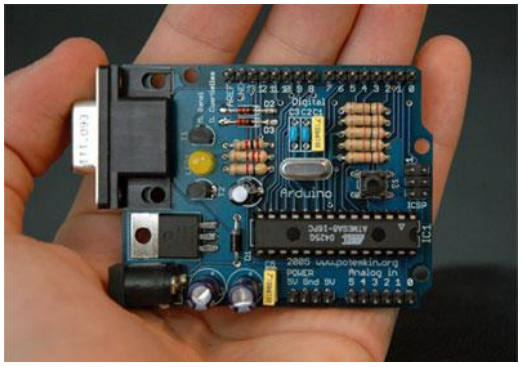
Arduino BT merupakan mikrokontroler berbasis pada ATmega168. Memiliki 14 *input/output* digital, 6 *input* analog. Kelebihan yang dimiliki arduino ini adalah sserial komunikasinya menggunakan *bluetooth*. Namun bluetooth tersebut tidak dapat digunakan sebagai piranti *audio*. Arduino BT dapat dilihat pada gambar 2.27.



Gambar 2.27. Arduino BT

10. Arduino Serial

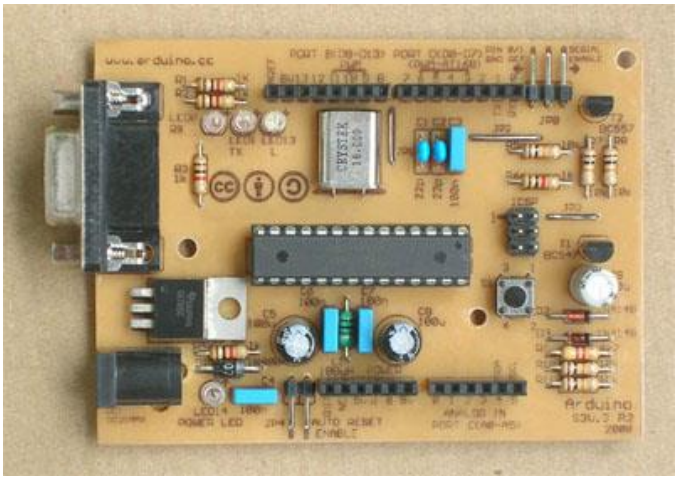
Arduino ini merupakan arduino dasar yang menggunakan RS232 sebagai *interface* ke komputer agar dapat dilakukan komunikasi data atau melakukan programing. Arduino ini memiliki 13 pin *input/output* digital, 6 *pin analog*. Arduino Serial dapat dilihat pada gambar 2.28.



Gambar 2.28. Arduino Serial

11. Severino (S3V3)

Severino merupakan arduino buatan rumah dengan desain yang sama dengan arduino Diecimila. Arduino ini merupakan alternatif lain apabila pengguna ingin memiliki arduino buatan sendiri dimana pengguna melakukan solder dan mendesain *PCB* sesuai keinginan. Pada *website* resmi arduino, rangkaian serta kebutuhan untuk merakit arduino jenis ini tersedia gratis tanpa harus membayar. Severino merupakan arduino dengan *single-sided serial version 3* yang di desain oleh Adilson Akashi. Severino dapat dilihat pada gambar 2.29.

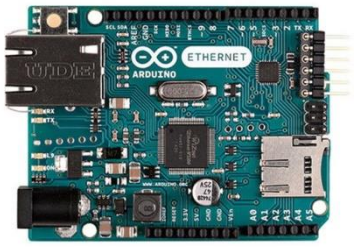


Gambar 2.29. Arduino *Single-Sided Serial Board*

12. Arduino Ethernet

Arduino Ethernet merupakan mikrokontroler yang berbasis pada ATmega328. Memiliki 14 *pin* digital *input/output*, 6 analog *input*,

clockspeed sebesar 16 MHz, *RJ45 konektor*, *jack* daya listrik, *ICSP header*, dan tombol *reset*. Untuk *pin* 10,11,12, dan 13 digunakan sebagai *Ethernet* modul. Arduino ini tidak memiliki *USB serial driver* namun dapat menggunakan *Ethernet Interface*. Arduino Ethernet dapat dilihat pada gambar 2.30.



Gambar 2.30. Arduino Ethernet

13. Arduino Lillypad 00/01/02/03/04

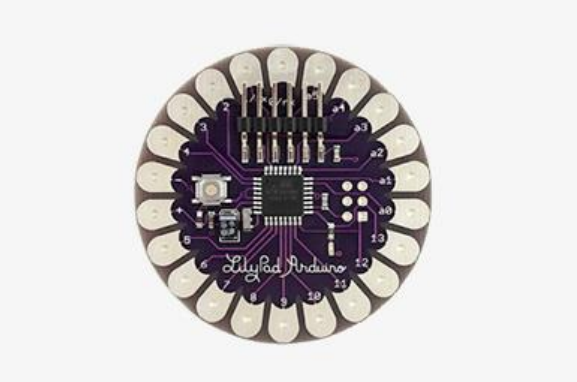
Arduino Lillypad 00 merupakan desain pertama dimana memiliki 10 *pin ICSP* dan menggunakan ATmega168.

Arduino Lillypad 01 merupakan revisi pertama dari Lillypad dimana *pin ICSP* dikurangi menjadi hanya menggunakan 6 *pin*. Serta menambahkan 4 *pin* yaitu *RX, TX*, +5V, dan *GND*.

Arduino Lillypad 02 telah memiliki eksternal 9MHz *oscillator*. *Bootloader* diperbaharui menjadi Limor Fried's "no wait" *bootloeader*.

Arduino Lillypad 03 merupakan arduino dengan 6 *pin* header yang dapat dihubungkan dengan kabel *FTDI USB* dan *Sparkfun FTDI basic breakout*. Kelebihannya adalah dapat melakukan *reset* otomatis. Kegunaannya adalah dapat melakukan *upload* program tanpa harus menekan tombol reset pada arduino.

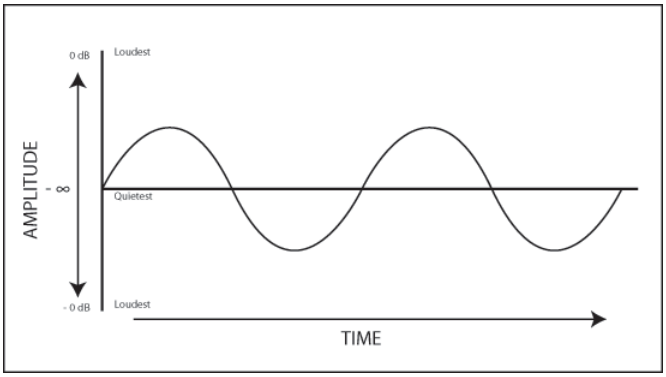
Arduino Lillypad 04 merupakan model terbaru dari Lillypad 03 dengan menggunakan ATmega328V. Arduino Lillypad dapat dilihat pada gambar 2.31.



Gambar 2.31. Arduino Lillypad

2.2.9 Data Analog

Data analog merupakan data yang dihasilkan dari gelombal elektronik yang bervariasi dan kontinyu dan ditransmisikan melalui beragam media tergantung dari frekuensinya [16]. Sinyal analog ditampilkan dalam bentuk pulsa yang bergelombang. Contoh sederhana dari sinyal analog adalah bentuk gelombang suara akustik dimana gelombang tersebut dapat dirasakan oleh manusia. Frekuensi gelombang yang dapat diterima manusia adalah 100 Hz dan 7kHz. Bentuk dari sinyal analog dapat dilihat pada gambar 2.32.

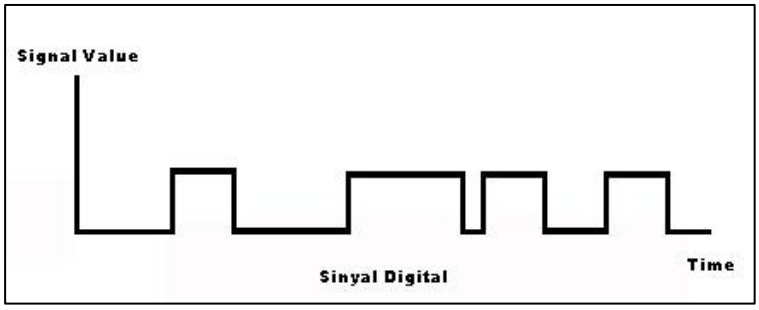


Gambar 2.32. Sinyal Analog

2.2.10 Data Digital

Data digital pada dasarnya merupakan data dalam bentuk *biner* atau *Hexa* [16]. Besarnya suatu nilai dari sistem digital dibatasi oleh jumlah *bit* atau *bandwidth*. Bentuk sinyal digital adalah serangkaian pulsa tegangan yang dapat di transmisikan melalui suatu medium kawat. Contoh sinyal digital yang paling dikenal yaitu berupa *text* atau *string*. Kode umum yang digunakan adalah *ASCII*

yang memakai 8 *bit* data per karakter. Bentuk sinyal digital dapat dilihat pada gambar 2.33.



Gambar 2.33. Sinyal Digital

2.2.11 Sensor

Sensor merupakan jenis tranduser yang digunakan sebagai pengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi suatu tegangan dan arus listrik. Sensor biasanya digunakan untuk melakukan pengukuran atau untuk melakukan pengendalian. Berikut ini adalah jenis-jenis sensor yang digunakan.

2.2.11.1 Sensor Kecepatan Angin (JL-FS2)

Sensor JL-FS2 merupakan sensor untuk mengukur kecepatan angin dalam suatu daerah. Selain dalam mengukur kecepatan angin, sensor ini dapat mengukur tekanan angin. Sensor ini dihubungkan menggunakan tiga buah kabel yaitu kabel berwarna merah sebagai *VCC*, kabel warna hitam sebagai *Ground*, dan kabel berwarna kuning merupakan *input* data. Bahan dari sensor ini adalah terbuat dari aluminium sehingga tahan dalam kondisi cuaca yang cukup ekstreme. Bentuk fisik dari sensor ini adalah terdapat tiga buah mangkuk kecil yang dapat digerakan oleh angin sehingga kecepatan putaran mangkok tersebut menghasilkan data kecepatan angin dengan mengubah kecepatan menjadi sinyal pulsa [17]. Sensor kecepatan angin dapat dilihat pada gambar 2.34.



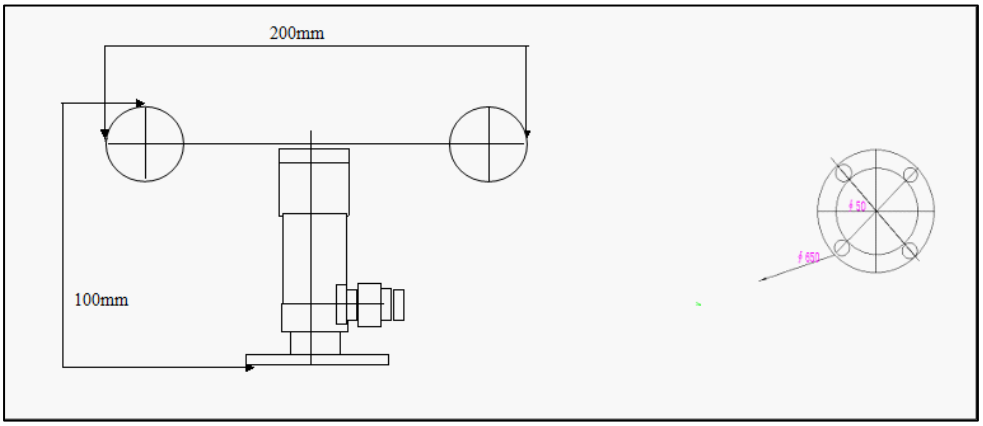
Gambar 2.34. Sensor Kecepatan Angin

Spesifikasi dari sensor kecepatan angin dapat dilihat pada tabel 2.3.

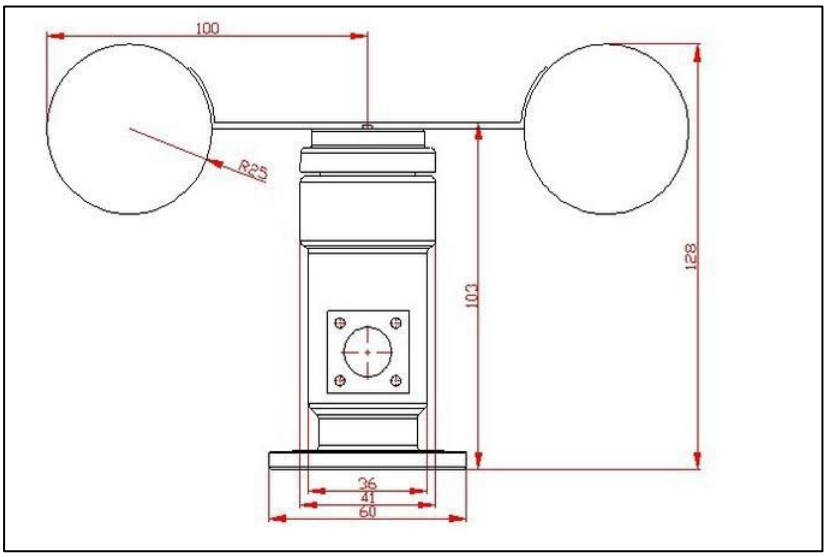
Tabel 2.3. Spesifikasi Sensor Angin (JL-FS2)

Sensor	Sinyal *Output*	Sinyal pulsa
	Sensor	Tiga buah mangkok dengan jari-jari = 25cm
	Start Wind Speed	0.4 – 0.8 m/s
	Resolusi	0.1 m/s
	Jangkauan pengukuran kecepatan angin yang efektif	0 - 30 m/s atau 0 - 60 m/s
Parameter umum	*Error* sistem	±3%
	Jarak Transmisi	Lebih dari 1000 m
	Transmission medium	*Cable Transmission*
	Wiring	*Three-wire*
	Suhu operasional	- 40 ^{o}C – 80 ^{o}C
	Tegangan *Supply*	DC 12 – 24 V
	Konsumsi Daya	Maks < 0.2W

Ukuran dimensi diameter sensor ini sebesar 200mm dengan jari-jari 100mm. sehingga satu buah mangkok memiliki jarak 100mm dari tumpuan. Ketinggian alat ini sebesar 100mm. sementara ukuran jari-jari mangkok adalah 25 mm. ukuran sensor dapat dilihat pada gambar 2.35 dan 2.36.



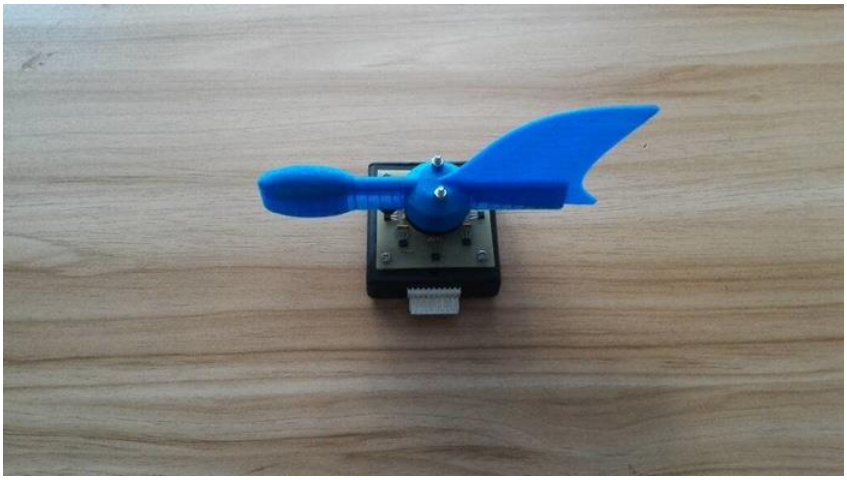
Gambar 2.35. Ukuran Sensor JL-FS2 (1)



Gambar 2.36. Ukuran Sensor JL-FS2 (2)

2.2.11.2 Sensor Arah Angin

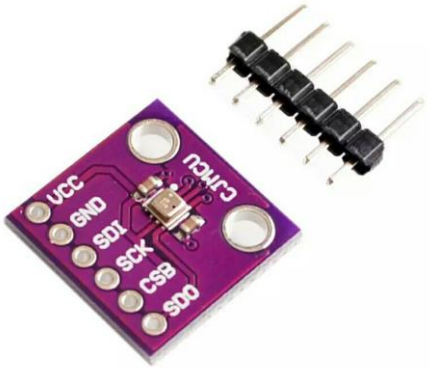
Sensor ini merupakan sensor arah angin yang dapat mendeteksi delapan arah mata angin. Konsep dari alat ini adalah dengan menggunakan delapan sensor magnetik sehingga harus menggunakan delapan digital *output*. Bentuk dari sensor arah angin dapat dilihat pada gambar 2.37.



Gambar 2.37. Sensor Arah Angin

2.2.11.3 Sensor Suhu (BME280)

Sensor BME280 merupakan sensor yang dapat mengukur empat parameter dalam satu alat. Yaitu suhu udara, kelembapan udara, tekanan udara, dan ketinggian suatu tempat (*altitude*). Ukuran dari sensor ini adalah sebesar 2.5 x 2.5 mm^2 dengan tinggi 0.93 mm. Sensor ini menggunakan *pin I2C* atau *SPI*. Sensor ini memiliki tiga buah *power mode* yaitu *sleep mode, forced mode,* dan normal *mode* [18]. Bentuk dari sensor BME280 dapat dilihat pada gambar 2.38.



Gambar 2.38. Sensor Suhu BME280

Spesifikasi sensor suhu, kelembapan, dan tekanan udara dapat dilihat pada tabel 2.4., 2.5, dan 2.6.

Tabel 2.4. Spesifikasi Sensor BME280 Bagian Suhu

Parameter	*Symbol*	*Condition*	*Min*	*Typ*	*Max*	*Unit*
Range	T	*Operational*	- 40	25	85	°C
		Full Accuracy	0		65	°C
Absolute Accuracy Temperature[9]	$A_{T,25}$	25 °C		±0.5		°C
	$A_{t, full}$	0..65 °C		±1.0		°C
Output Resolution	R_T	*API Output resolution*		0.01		°C
RMS noise	N_T	*Lowest Oversampling*		0.005		°C

Tabel 2.5. Spesifikasi Sensor BME280 Bagian Kelembapan

Parameter	*Symbol*	*Condition*	*Min*	*Typ*	*Max*	*Unit*
Range	R_H	*For temperatures*	- 40	25	85	°C
		< 0 °C *and* >60 °C	0		100	%RH
Absolute accuracy tolerance	A_H	20..80% RH, 20 °C, *including hysteresis*		±3		%RH
Hysteresis[4]	H_H	10 > 90 > 10 %RH, 25 °C		±1		%RH
Nonlinearity[5]	NL_H	10 > 90 %RH, 25 °C		1		%RH
Resolution	R_H			0.008		%RH
Noise in Humidity	N_H	Highest Oversampling		0.02		%RH

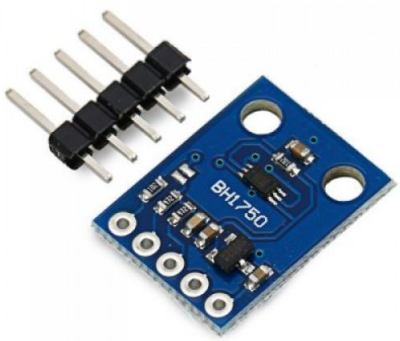
Tabel 2.6. Spesifikasi Sensor BME280 Bagian Tekanan Udara

Parameter	*Symbol*	*Condition*	*Min*	*Typ*	*Max*	*Unit*
Operating Temperature Range	T_A	*Operational*	- 40	25	+ 85	°C
		Full Accuracy	0		+65	
Operating Pressure Range	P	*Full Accuracy*	300		1100	hPa
Temperature coefficient of offset[7]	TCO_P	25..65 °C, 900 hPa		±1.5		Pa/K
				±12.6		Cm/K
Absolute Accuracy Pressure	$A_{P, Full}$	300.. 1100 hPa 0 .. 65 °C		±1.0		hPa
Relative accuracy pressure V_{pp} = 3.3V	A_{Rel}	700..900hPa 25..40 °C		±0.12		hPa

2.2.11.4 Sensor Cahaya (BH-1750)

BH-1750 merupakan sensor untuk mendeteksi intensitas cahaya dimana sensor ini dapat mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik. Sensor ini dapat digunakan sebagai sensor intensitas lampu dalam ruangan, lama penyinaran dalam klimatologi atau perkebunan, mendeteksi kegelapan dan sebagainya.

Sensor ini merupakan sensor digital dengan *interface I2C*. resolusi yang dapat dideteksi adalah dalam jarak 1 sampai 65545 lux [19]. Bentuk dari sensor BH-1750 dapat dilihat pada gambar 2.39.



Gambar 2.39. Sensor Cahaya

Spesifikasi dari modul sensor cahaya (BH-1750) ini dapat dilihat pada tabel 2.7.

Tabel 2.7. Spesifikasi Sensor Cahaya

Parameter	***Symbol***	***Limits***	***Units***
Supply Voltage	Vmax	4.5	V
Operating Temperature	Topr	-40 ~ 85	ºC
Storage Temperature	Tstg	- 40 ~ 100	ºC
SDA Sink Curent	Lmax	7	mA
Power Dissipation	Pd	260*	mW

2.2.11.5 Sensor Jarak (HC-SR04)

Sensor jarak HC-SR04 memanfaatkan pantulan gelombang suara yang dihasilkan benda sebagai *output* hasil [20]. Prinsip kerja dari modul ini adalah *trigger* mengeluarkan gelombang suara ultrasonik yang akan dipantulkan oleh benda lalu diterima oleh *echo* yang akan menghasilkan durasi kecepatan suara tersebut bergerak. Suara yang digunakan oleh sensor ini adalah sebesar 40 kHz. Bentuk dari modul sensor HC-SR04 dapat dilihat pada gambar 2.40.



Gambar 2.40. Sensor Jarak HC-SR04

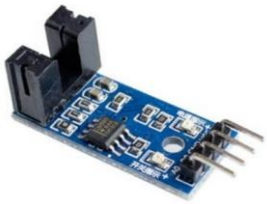
Rincian spesifikasi dari modul sensor jarak (HC-SR04) dapat dilihat pada tabel 2.8.

Tabel 2.8. Spesifikasi Sensor Jarak (HC-SR04)

Tegangan	DC 5V
Working Current	15 mA
Frekuensi	40Hz
Jarak Maksimal	4 meter
Jarak Minimal	2 cm
Mengukur sudut	15 dejarat
Sinyal *input trigger*	10uS TTL *pulse*
Sinyal *output echo*	*Input* TTL dan jarak rentang proporsi.
Ukuran Modul	45 x 20 x 15 mm

2.2.11.6 Sensor Infrared (LM393)

Sensor *infrared* LM393 merupakan sensor yang memanfaatkan infra merah sebagai sensor. Cara kerja dari modul ini adalah dengan memberikan *output* tegangan ketika inframerah tersebut dihalangi oleh objek. *Output* dapat berupa sinyal digital atau dalam bentuk sinyal analog tergantung *pin* yang digunakan. Terdapat 4 *pin* yang disediakan oleh modul ini yaitu *Vcc*, *Ground*, digital *Output*, dan analog *output*. Pengguna dapat menggunakan salah satu dari *output* tersebut untuk memilih jenis sinyal yang akan dikirim ke mikrokontroler. Pemanfaatan modul ini dapat digunakan sebagai penghitung kecepatan. Bentuk dari modul sensor *infrared* (LM393) dapat dilihat pada gambar 2.41.



Gambar 2.41. Sensor *Optocoupler Infrared* LM393

2.2.12 Raspberry Pi

Raspberry Pi merupakan *mini pc* papan tunggal (*single-board circuit*) yang di desain memiliki input output digital *port* yang tersusun sebanyak 40 *pin*. Ukuran dari raspberry pi ini hanya sebesar kartu kredit namun dapat menjalankan program perkantoran, permainan, serta menjalankan media seperti video dengan resolusi tinggi. Nirlaba, Raspberry Pi Foundation merupakan yayasan yang mengembangkan Raspberry dimana terdapat ahli komputer dari universitas Cambridge, Inggris [21].

Terdapat dua versi dari Raspberry, yaitu Raspberry PI model A dan Raspberry PI model B. kedua model tersebut memiliki spesifikasi yang sama dalam hal *SoC, GPU, CPU, SDRAM, output video* dan *audio*. perbedaan dari Model A dan Model B terletak pada *USB HUB.* Raspberry PI model A memiliki 1 buah *USB HUB* sedangkan model B memiliki 2 buah *USB hub*. Selain pada *USB*, daya yang diperlukan oleh Model A relatif leih kecil yaitu 300 mA (1,5 W) sedangkan untuk Model B membutuhkan 700 mA (3.5W). bentuk dari Raspberry Pi dapat dilihat pada gambar 2.42.



Gambar 2.42. Raspberry Pi

2.2.12.1 Sejarah Raspberry

Ide diciptakannya Raspberry Pi ini diawali dari keinginan untuk mencetak pemogram generasi baru. Pada saat itu Eben Upton, Rob Mullins, Jack Lang, dan Alan Mycroft yang berasal dari laboratorium komputer universitas Cambridge ingin meningkatkan keinginan siswa untuk mempelajari ilmu komputer. Dalam proses mewujudkannya, mereka mendirikan yayasan Raspberry Pi bersama dengan Pete Lomas dan David Braben pada tahun 2009 [21].

Pada tahun 2012, Raspberry Pi 1 mulai diproduksi massal dengan harga 25 US$. Spesifikasi yang dimiliki oleh Raspberry Pi 1 adalah *CPU* ARM1176JZF-S dengan kecepatan 700MHz, *Memory* sebesar 256 MB dan menggunakan sistem operasi Raspbian. Penjualan dari Raspberry Pi 1 ini mencapai 100000 unit dalam beberapa jam saja. Selanjutnya pada Februari tahun 2015, Raspberry Pi 2 diciptakan dengan *CPU quad-core ARM Cortex-A7* yang memiliki kecepatan 900 MHz serta *memory RAM* sebesar 1 GB. Lalu pada 29 Februari 2016, Raspberry Pi 3 diciptakan dengan *CPU quad-core ARM Cortex-A53* dengan kecepatan sebesar 1200 MHz dan memori *RAM* sebesar 1 GB.

2.2.12.2 Spesifikasi Raspberry Pi 3

Raspberry Pi 3 merupakan generasi dari Raspberry yang terakhir. Spesifikasi yang dimiliki oleh Raspberry Pi 3 ini dapat dilihat pada tabel 2.9.

Tabel 2.9. Spesifikasi Raspberry Pi 3

Processor	Broadcom BCM2387 chipset 1.2GHz Quad-Core ARM Cortex-A53 802.11 b/g/n Wireless LAN and Bluetooth 4.1
GPU	Dual Core VideoCore IV® Multimedia Co-Processor, Provides Open GL ES 2.0, hardware-accelerated OpenVG, and 1080p30 H.264 high-profile decode. Capable of 1Gpixel/s, 1.5Gtexel/s or 24GFLOPs with texture filtering and DMA infrastructure
Memory	1 GB LPDDR2
Sistem Operasi	Boots from Micro SD card. Linux Operating System or Windows 10 IoT
Ukuran	85 x 56 x 17 mm
Daya	Micro USB socket 5V1, 2.5A
Ethernet	10/100 BaseT Ethernet socket
Video Output	HDMI (rev 1.3 & 1.4) Composite RCA (PAL/NTSC)
Audio output	Audio output 3.5mm jack, HDMI USB 4 x USB 2.0 Connector
GPIO Connector	40 Pin 2.54 mm (100 mil) expansion Header: 2x20Strip

	Providing 27 GPIO Pins as well as +3.3V, +5V and GND
Camera Connector	15-pin MIPI Camera Serial Interface (CSI-2)
Display Connector	Display Serial Interface (DSI)
Memory Card Slot	Push/Pull Micro SDIO

2.2.13 Library

Library atau pustaka merupakan suatu kumpulan *source code* yang telah ada pada *compiler* atau *intepreter* dan berfungsi untuk memudahkan pemogram untuk membuat suatu program. Biasanya untuk memanggil suatu *library* dapat digunakan *syntax* khusus serta dipanggil fungsi yang akan digunakan.

Library yang disediakan dapat digunakan tergantung dari bahasa pemograman yang digunakan. *Library* yang digunakan untuk membangung sistem stasiun klimatologi otomatis adalah SparkFunBME280, moment.js, serialPort.js, chart.js, dan Semantic Ui.

2.2.13.1 SparkFun BME280 Library

SparkFun BME280 merupakan *library* arduino yang telah disediakan oleh SparkFun untuk menjalankan sensor BME280 [22]. *Library* tersebut memberikan fasilitas kepada pemogram agar dapat mengambil beberapa parameter yang telah direkam oleh sensor. Parameter tersebut terdiri dari suhu (^{o}C), kelembapan udara (%RH), dan tekanan udara (Pa). selain tiga parameter tersebut, *library* ini memberikan beberapa fitur tambahan seperti konversi satuan suhu dari Celsius ke Kelvin. Lalu menghitung ketinggian suatu tempat dari yang diambil dari parameter tekanan udara. Satuan ketinggian dapat berupa meter atau *feet*.

2.2.13.2 Moment.js

Moment.js merupakan *library* yang berfungsi untuk menyimpan *variable* waktu sesuai dengan *timezone* dari perangkat keras yang digunakan [23]. *library* ini nantinya akan dapat digunakan untuk menampilkan maupun digunakan sebagai validasi.

2.2.13.3 Node SerialPort

Node SerialPort merupakan *library* yang dapat menjembatani antara arduino dengan komputer sehingga data yang dihasilkan dari arduino dapat dikirim ke komputer atau sebaliknya. Sebuah perintah dari komputer dapat

dikirim ke arduino sehingga sensor dapat bergerak sesuai dengan program yang terdapat pada komputer [24]. *Library* ini dapat digunakan ke arduino maupun *ZigBee*. *Library* ini dimanfaatkan pada sistem stasiun klimatologi otomatis sebagai jembatan untuk menghubungkan antara Arduino dengan Raspberry Pi dimana dari output yang dihasilkan *chipset* arduino di kirim ke Raspberry Pi melalui *Library* serialPort.

2.2.13.4 ChartJs

ChartJS merupakan *library* untuk menampilkan suatu data menjadi grafik [25]. Grafik yang disediakan oleh *library* ini memiliki beberapa bentuk. Bentuk tersebut adalah *line, bar, radar, pie, polar area, bubble, scatter, area,* dan *mixed*. Pemogram dapat menggunakan bentuk tersebut sesuai dengan kebutuhan. Sistem stasiun klimatologi otomatis menggunakan *library* ini untuk menampilkan keadaan cuaca yang dihasilkan oleh sensor. Bahasa pemograman yang digunakan oleh *library* ChartJS ini adalah javascript.

2.2.13.5 Semantic UI

Semantic UI merupakan *library* yang digunakan sebagai tampilan antarmuka pada *website*. *Library* ini dapat dipanggil dengan menggunakan *class* yang disisipi pada *tag html*. Selain itu, *library* ini memiliki beberapa fungsi yang dapat dipanggil dengan menggunakan bahsa pemograman javascript. Kelebihan yang dimiliki oleh Semantic UI yaitu terdapat pada nama *class* nya yang tidak terlalu rumit sehingga mudah dipahami. Selain itu, fitur yang diberikan cukup bervariasi sehingga seorang pemogram dapat membuat suatu tampilan antarmuka yang bervariasi.

2.2.14 Basis Data

Basis data merupakan media penyimpanan yang menyimpan kumpulan data yang mempunyai kaitan antara satu data dengan yang lain sehingga membentuk suatu bangunan data untuk memberikan informasi yang dapat diakses dengan mudah dan cepat dalam suatu instansi [26]. Data yang merupakan fakta yang tercatat dilakukan pengolahan sehingga menjadi bentuk yang berguna atau

yang biasanya disebut sebagai informasi. Bentuk dari informasi tersebut yang dihasilkan dapat digunakan dalam beberapa hal seperti pengambilan keputusan dan sebagainya. Fungsi dari basis data adalah untuk mengatasi kerangkapan data (*Redudancy*), menghindari inkonsistensi data, mengatasi kesulitan dalam mengakses data, menyusun format yang standar dari sebuah data, data dapat dilindungi, dan menyusun intergritas dan independensi data.

2.2.14.1 DBMS

DBMS (*Database Management System*) atau sistem managemen basis data merupakan suatu sistem aplikasi yang digunakan sebagai tempat penyimpanan, mengelola, serta menampilkan data [26]. Suatu aplikasi dapat dikatakan sebagai DBMS apabila memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Menyediakan fasilitas untuk mengelola akses data
2. Mampu menangani integritas data
3. Mampu menangani akses data
4. Mampu menangani *backup* data

DBMS biasanya di manfaatkan oleh perusahaan besar agar data yang dimiliki dapat terstruktur dan tersimpan dengan aman. Pengelola DBMS dapat disebut sebagai DBA (*Database Administrator*).

DBMS berkembang pada tahun 1960 dimana pada tahun 1970 mulai dikembangkan suatu teknologi yaitu *relational DBMS*. *Relational DBMS* merupakan DBMS yang berbasis relasional model yang dikembangkan oleh Edgar J. Codd pada tahun 1970. Menurut pemahaman dasar bahwa relasional model merupakan suatu model yang memandang data sebagai sekumpulan tabel yang saling terkait. Pada tahun 1980 mulai dikembangkan DBMS yang berbasis *Object Oriented* (OODBMS). OODBMS berkembang seiring dengan pemograman yang berorientasi objek. DBMS yang berbasis *Obejct Oriented* ini memandang data sebagai suatu objek. Terdapat 2 jenis DBMS sesuai dengan perusahaan yang mengembangkan yaitu komersial dan *open source*. DBMS versi komersial meliputi Oracle, Microsoft SQL Server, IBM DB2, dan Microsoft

Access. DBMS jenis*open source* antara lain adalah MySQL, PostgreSQL, Firebird, SQLite.

2.2.14.2 Structured Query Language (SQL)

SQL atau *Structured Query Language* merupakan bahasa yang digunakan untuk mengelola data pada RDBMS [26]. Pada awalnya SQL dikembangkan berdasarkan teori dari aljabar relasional dan kalkulus.SQL pertama kali diterapkan pada sistem R yaitu sebuah proyek pada labolatiorum riset San Jose, IBM. SQL mulai berkembang di dunia pada tahun 1970 dan mulai digunakan sebagai standar resmi pada tahun 1986 oleh ANSI (*American National Standars Institute*). Pada tahun 1987 mulai disebut sebagai SQL-86 oleh ISO (*International Organization for Standardization*). Pada perkembangannya, berikut ini adalah sejarah berkembangnya SQL sampai saat ini :

1. Tahun 1986 dengan nama SQL-86
2. Tahun 1989 dengan nama SQL-89
3. Tahun 1992 dengan nama SQL-92
4. Tahun 1999 dengan nama SQL:1999
5. Tahun 2003 dengan nama SQL:2003
6. Tahun 2006 dengan nama SQL:2006
7. Tahun 2008 dengan nama SQL:2008
8. Tahun 2011 dengan nama SQL:2011

SQL merupakan bahasa standar oleh sebagian besar RDBMS yang beredar, namun tidak semua standar yang tercantum dalam SQL diimplementasikan oleh seluruh DBMS. Sehingga terdapat perbedaan hasil yang ditampilkan oleh DBMS yang berbeda dengan query yang sama.

2.2.14.3 MySQL

MySQL merupakan suatu perangkat lunak sistem manajemen basis data atau DBMS yang *open source*. MySQL AB menyebarluaskan perangkat lunak ini secara gratis dibawah lisensi GNU *General Public License* (GPL) namun tidak diperbolehkan menjadi produk turunan yang bersifat komersial [27]. MySQL merupakan salah satu turunan konsep utama yaitu SQL. Keandalan suatu sistem

database (DBMS) dapat diketahui dari cara kerja *optimizer* dalam melakukan proses perintah SQL. MySQL memiliki beberapa kelebihan yaitu :

1. Portabilitas

   MySQL dapat beroperasi dengan stabil pada berbagai macam sistem operasi seperti Windows, Linuz, FreeBSD, Mac Os X Server, Solaris, Amiga, dan sebagainya
2. *Open source*

   MySQL didistribusikan secara *open source* dibawah lisensi GPL sehingga dapat digunakan oleh pengguna secara gratis.
3. *Multiuser*

   MySQL dapat digunakan oleh beberapa user dalam waktu yang bersamaan tanpa mengalami masalah.
4. *Performance tuning*

   MySQL memiliki kecepatan yang menakjubkan dalam menangani *query* sederhana, dengan kata lain dapat melakukan proses lebih banyak SQL per satuan waktu.
5. Perintah dan fungsi

   MySQL memiliki operator dan fungsi secara penuh yang mendukung perintah *Select* dan *Where* dalam perintah *query*.
6. Keamanan

   Keamanan dari MySQL memiliki lapisan seperti *level subnetmask*, nama *host*, dan izin akses *user* dengan sistem perizinan yang detail serta kata sandi yang terenkripsi.
7. Skalabilitas dan pembatasan

   MySQL dapat mampu menangani basis data dalam skala besar, dengan jumlah rekaman lebih dari 50 juta dan 60 ribu tabel serta 5 miliar baris. Selain itu batas indeks yang ditampung mencapai 32 indeks pada setiap tabel.
8. Konektivitas

   MySQL dapat melakukan koneksi dengan klien menggunakan protokol *TCP/IP, Unix soket* (UNIX), atau *Named Pipes* (NT).

9. Lokalisasi

   MySQL dapat mendeteksi pesan kesalahan pada klien dengan menggunakan lebih dari dua puluh bahasa.

10. Antar muka

    MySQL memiliki antar muka terhadap berbagai aplikasi dan bahasa pemograman dengan menggunakan gunsi API.

2.2.15 Web

Web atau WWW (*World Wide Web*) adalah salah satu layanan yang didapat oleh pengguna komputer yang terhubung ke *internet*. *Web* dapat menyediakan informasi yang luas bagi pengguna. *Website* dapat diartikan sebagai kumpulan halaman yang digunakan sebagai media untuk menampilkan informasi berupa teks, gambar, animasi, suara, video dan sebagainya. Seluruh halaman membentuk suatu rangkaian yang saling terkait dan saling keterhubungan. Hal tersebut dapat disebut sebagai jaringan-jaringan halaman atau *hyperlink*.

2.2.16 Javascript

Javascript merupakan salah satu bahasa pemograman yang dijalankan pada *pc client* melalui *web browser* (*client side programming*). Berbeda dengan PHP yang merupakan pemograman yang dijalankan pada *server* (*Server Side Programming)*. Kelebihan dari penggunakan *client side scripting* ini adalah dapat digunakan untuk membuat tampilan yang lebih atraktif dan lebih dinamis. Biasanya javascript digunakan unruk merespon *input* dari *user* dengan lebih atraktif, melakukan validasi *input user*, mengganti konten maupun atribut agar lebih dinamis.

2.2.17 PHP

PHP atau *Hypertext Preprocessor* merupakan salah satu bahasa pemograman tingkat tinggi yang dipasang pada dokumen HTML. PHP digunakan untuk memprogram situs *web* dinamis [27]. Sebagian besar sintaks PHP mirip seperti bahasa C, Java dan Perl, namun PHP memiliki fungsi yang lebih spesifik.

Tujuan dari PHP adalah memungkinkan perancangan *web* yang dinamis dan dapat bekerja secara otomatis.

Sejarah awal dari PHP adalah pertama kali dibuat oleh Rasmus Lerdorf pada tahun 1995. Pada saat itu PHP disebut sebagai FI (*Form Interpreted*), yang wujudnya berupa sekumpulan *script* yang digunakan untuk mengolah data *form* dari *web*. Selanjutnya Rasmus merilis kode sumber tersebut untuk umum dengan nama PHP/FI. Perilisan tersebut bersifat *open source* sehingga banyak developer yang tertarik untuk mengembangkan PHP. Pada bulan November 1997, dirilis PHP/FI 2.0. pada rilis ini *interpreter* PHP sudah diimplementasikan dalam program C. saat ini juga PHP terdapat modul ekstensi yang dapat meningkatkan kemampuan dari PHP/FI. Pada tahun 1997, sebuah perusahaan bernama Zend menulis ulang *interpreter* PHP menjadi lebih bersih, lebih baik, serta lebih cepat. Kemudian pada bulan Juni 1998, perusahaan tersebut merilis *interpreter* baru untuk PHP dan meresmikan rilis tersebut sebagai PHP 3.0. pada pertengahan tahun 1999, Zend mulai merilis PHP 4.0. PHP versi ini paling banyak digunakan pada awal abad ke-21. Pada bulan Juni 2004 Zend kembali merilis PHP 5.0. dalam versi ini *interpreter* mengalami perubahan yang cukup besar. Versi ini pun memasukkan model pemograman berorientasi objek ke dalam PHP. Kelebihan yang dimiliki oleh PHP adalah sebagai berikut :

1. Bahasa pemograman PHP adalah bahasa *script* yang tidak melakukan sebuah kompilasi dalam penggunaannya.
2. *Web Server* yang mendukung PHP dapat ditemukan dengan mudah. Mulai dari Apache, IIS, Lighttpd, dan Xitami.
3. Pengembangan lebih mudah
4. Dalam sisi pemahaman, PHP termasuk mudah karena memiliki referensi yang banyak.

2.2.18 Cascading Style Sheet (CSS)

CSS atau *Cascading Style Sheet* merupakan suatu aturan untuk mengatur komponen dalam sebuah *web* sehingga dapat lebih terstruktur. CSS dapat membuat suatu halaman *web* menjadi lebih interaktif dan menarik. Selain itu

dapat mengatur suatu *style* dari *font* serta *heading* dan sebagainya. CSS dapat mengendalikan ukuran dari suatu gambar, teks, tabel, margin, paragraf dan setiap parameter yang terdapat pada halaman *web*. Css memiliki tiga buah versi yaitu CSS1, CSS2, dan CSS3.

CSS yang paling terakhir adalah CSS3 yang dapat melakukan animasi pada halaman *web*. Animasi dapat berupa gerakan suatu text hingga animasi berbentuk 3 dimensi (3D).

2.2.19 Pemograman Berorientasi Objek

Metodologi berorientasi objek adalah suatu strategi pembangunan perangkat lunak yang mengorganisasikan perangkat lunak sebagai kumpulan objek yang berisikan data serta operasi yang diberlakukan terhadapnya. Metodologi berorienteasi objek berdasarkan kepada penerapan prinsip dari pengelolaan kompleksitas. Metode berorientasi objek meliputi rangkaian aktivitas analisis, perancangan, pemograman, serta pengujian. Metode berorientasi objek banyak dipilih oleh developer karena metodologi yang lama banyak menimbulkan masalah seperti adanya kesulitan apda saat mentranformasi hasil dari satu tahap pengembangan ke tahap yang lainnya [28]. Kelebihan dari metodologi berorientasi objek adalah sebagai berikut :

1. Dapat meningkatkan produktivitas karena kelas serta objek yang terdapat pada suatu masalah dapat dipakai ulang untuk masalah lain yang melibatkan objek tersebut.
2. Adanya konsistensi jarena memiliki sifat pewarisan an penggunaan notasi yang sama pada saat analisis, perancangan, maupun saat pembangunan modul-modul.
3. Dapat meningkatkan kualitas dari perangkat lunak karena pendekatan pengembangan lebih dekat dengan dunia nyata serta terdapat konsistensi saat pengembangannya.

Dalam pembangunan perangkat lunak, konsep pendekatan berorientasi objek dapat diterapkan pada tahapan analisis perancangan, pemograman, serta pengujian perangkat lunak. Terdapat berbagai teknik yang dapat digunakan pada

masing-masing tahapan tersebut. Sistem berorientasi objek merupakan suatu sistem yang dibangun berdasarkan metode berorientasi objek dimana sebuah sistem yang komponennya dibungkus menjadi kelompok dan fungsi. Setiap komponen dalam sistem dapat mewarisi atribut serta sifat komponen lainnya sehingga dapat berinteraksi satu sama lain.

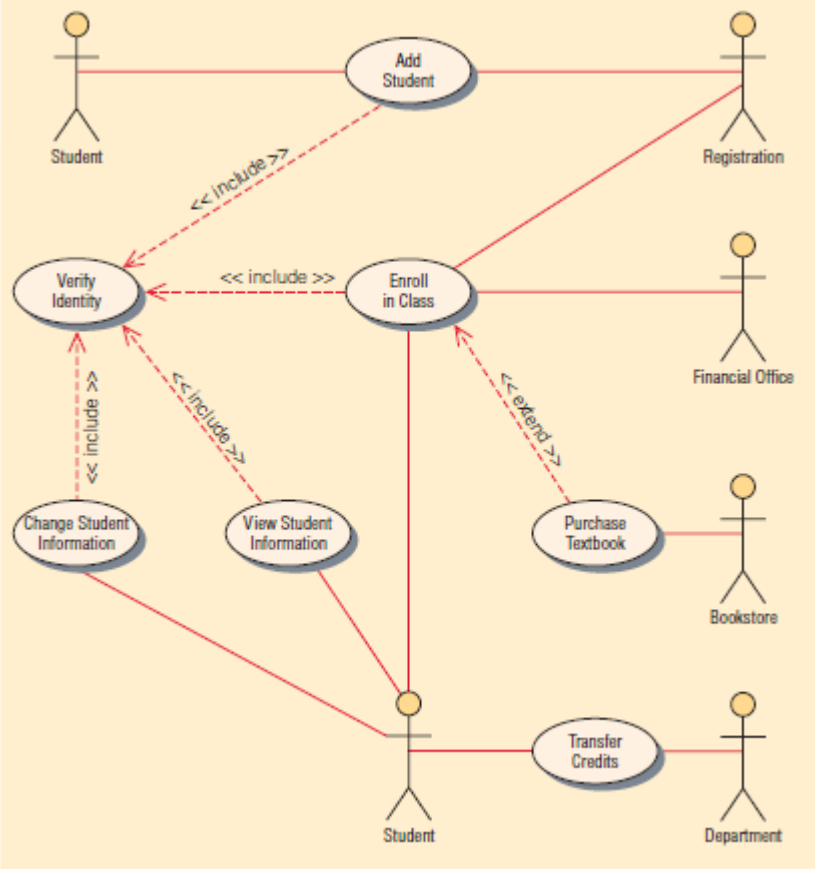
2.2.19.1 Unified Modeling Language (UML)

Pada perkembangan teknik pemograman berorientasi objek, muncul suatu standarisasi bahasa pemodelan untuk pembangunan perangkat lunak yang dibangun dengan menggunakan teknik pemrograman berorientasi objek, yaitu *Unified Modelling Language* (UML) [28]. UML muncul akibat dari adanya kebutuhan pemodelan visual untuk memspesifikasikan, menggambarkan, membangun, serta dokumentasi dari sistem perangkat lunak, UML merupakan bahasa visual dari pemodelan dan komunikasi mengenai sebuah sistem dengan menggunakan diagram dan teks pendukung. UML hanya berfungsi sebagai pemodelan sehingga UML tidak terbatas terhadap metodologi tertentu.

2.2.19.2 Use Case Diagram

Use case atau diagram *use case* merupakan pemodelan untuk *behavior* sistem yang akan dibuat. Use case mendeskripsikan sebuah interaksi antara satu atau lebih aktor dengan aktivitas sistem yang dibuat [28].

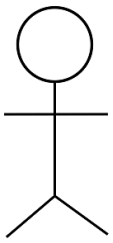
Syarat penamaan pada *use case* adalah nama didefinisikan yang mudah dipahami. Terdapat dua hal utama pada *use case* yaitu pendefinisian apa yang disebut sebagai aktor dan *use case*. Contoh dari *usecase* dapat dilihat pada gambar 2.43.



Gambar 2.43. Contoh dari *Use Case Diagram*

2.2.19.3 Aktor

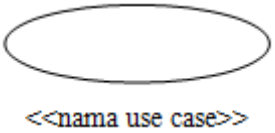
Aktor merupakan orang, proses, atau sistem lain yang berinteraksi dengan sistem informasi yang akan dibuat di luar sistem informasi yang akan dibuat itu sendiri, meskipun aktor merupakan simbol orang, namun aktor belum tentu merupakan orang pada suatu sistem [28]. Berikut ini adalah simbol dari Aktor itu sendiri pada gambar 2.43.



Gambar 2.44. Aktor dalam UML

2.2.19.4 Use Case

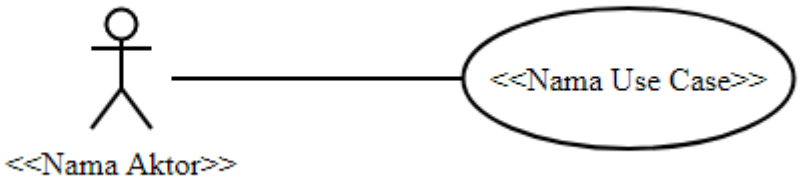
Use Case merupakan suatu fungsionalitas yang disediakan sistem sebagai unit-unit yang saling bertukar pesan atar unit atau aktor. *Use case* dibuat berdasarkan kebutuhan aktor yang merupakan suatu pekerjaan yang dilakukan oleh sistem itu sendiri. Berikut ini adalah bentuk dari *use case* pada gambar 2.44.



Gambar 2.45. *Use Case* dalam UML

2.2.19.5 Relationship

Relasi atau yang bisa disebut sebagai *Relationship* merupakan suatu bentuk penghubung berupa garis antara dua buah simbol pada *use case diagram* [28]. Relasi antara aktor serta *use case* dapat disebut sebagai dengan asosiasi. Relasi dapat dihubungkan antara aktor dengan *use case* atau *use case* dengan *use case*. Bentuk dari relasi dapat dilihat pada gambar 2.45.



Gambar 2.46. Relasi dalam UML

Relasi natara use case dengan use case dapat dikategorikan menjadi 3 [28]. yaitu :

1. Ekstensi / *Extend*

   Relasi *use case* dimana merupakan tambahan ke sebuah *use case*. Suatu *use case* yang ditambahkan dapat berdiri sendiri walaupun tanpa *use case* tambahan tersebut.

2. Generalisasi / *Generalization*

   Hubungan generalisasi dan spesialisasi antara dua buah *use case* dimana fungsi yang satunya merupakan fungsi yang lebih umum dari lainnya.
3. Menggunakan / *Include* / *Uses*

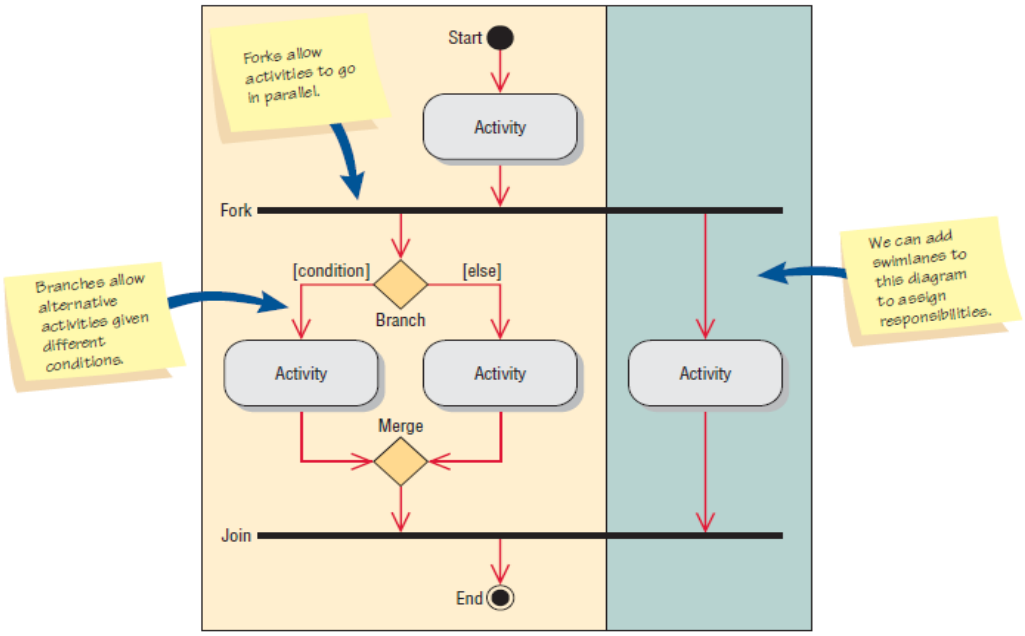
   Relasi *use case* tambahan kepada sebuah *use case* di mana *use case* tersebut memerlukan *use case* ini sebagai kebutuhan dalam menjalankan fungsinya atau sebagai syarat untuk menjalankan *use case* ini.

2.2.19.6 Activity Diagram

Diagram aktifitas merupakan aliran kerja atau aktivitas dari sebuah sistem atau proses bisnis atau menu yang terdapat pada perangkat lunak [28]. Diagram aktivitas menggambarkan aktivitas sistem bukan menggambarkan apa yang sedang dilakukan oleh aktor. Sehingga dapat disimpulkan bahwa diagram aktivitas merupakan diagram yang prosesnya dilakukan oleh sistem.

Diagram aktivitas digunakan sebagai pendefinisian sebagai berikut :

1. Rancangan proses bisnis dimana setiap urutan aktivitas yang digambarkan merupakan proses bisnis sistem yang didefinisikan.
2. Urutan tampilan dari sistem atau *user interface* (UI) dimana setiap aktivitas dianggap memiliki sebuah rancangan antarmuka tampilan.
3. Rancangan pengujian dimana setiap aktivitas dianggap memerlukan suatu pengujian yang perlu didefinisikan kasus ujinya.
4. Rancangan menu yang ditampilkan pada perangkat lunak.

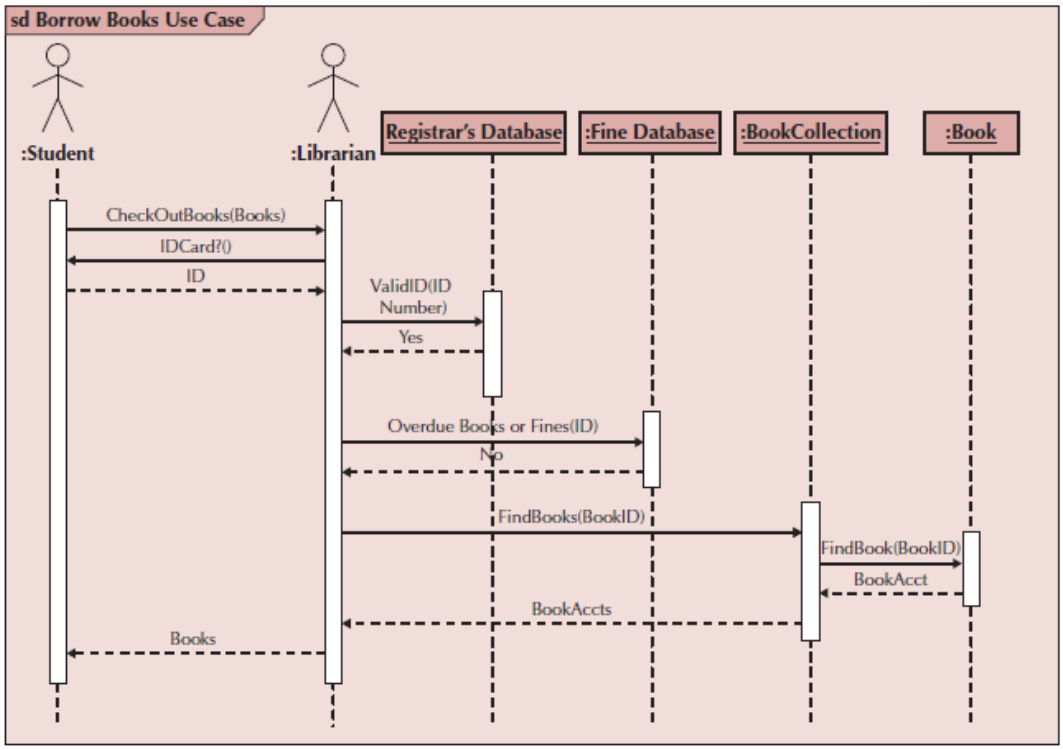


Gambar 2.47. Contoh *Activity Diagram*

2.2.19.7 Sequence Diagram

Diagram sekuen menggambarkan kelakuan objek pada *use case* dengan mendeskripsikan waktu hidup dari objek serta pesan yang dikirimkan serta diterima oleh objek [28]. Oleh karena itu untuk menggambarkan diagram sekuen maka harus diketahui objek-objek yang terlibat kedalam sebuah *use case* beserta metode yang dmiliki oleh kelas yang menjadi objek tersebut. Dalam pembuatan diagram sekuan diperlukannya untuk melihat skenario dari *use case*.

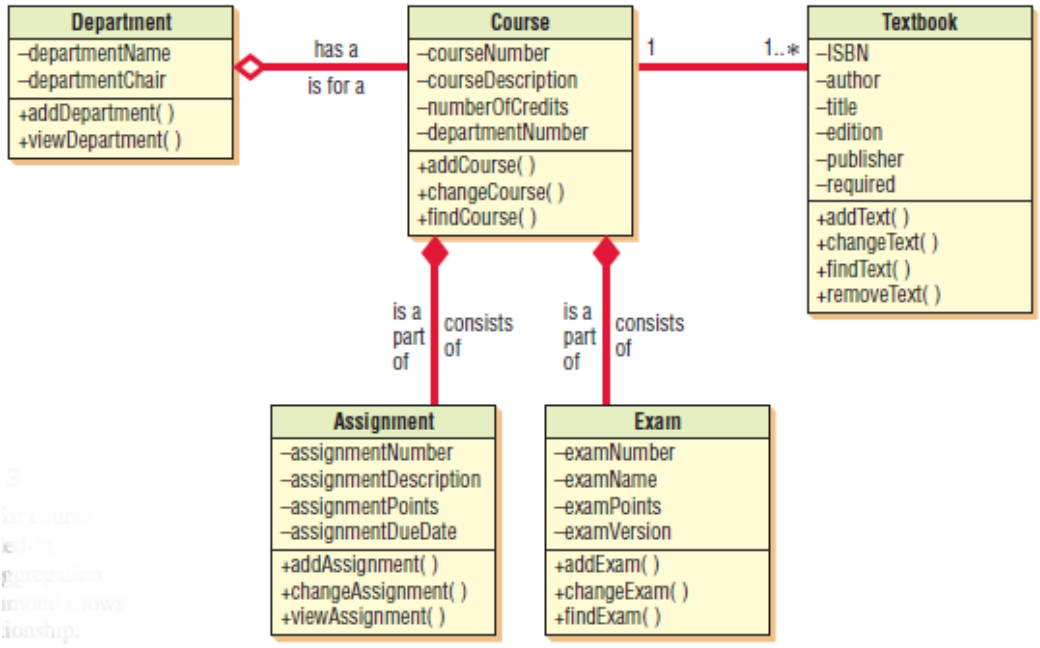
Banyaknya diagram sekuen yang harus digambarkan adalah minimal sebanyak pendefinisian *use case* yang memiliki proses sendiri atau yang penting seluruh *use case* yang telah didefinisikan interaksi prosesnya sudah dicakup pada diagram sekuen.



Gambar 2.48. Contoh *Sequence Diagram*

2.2.19.8 Class Diagram

Diagram kelas atau *class diagram* dapat menggambarkan suatu struktur sistem dari segi pendefinisian kelas-kelas yang akan dibuat sebagai membangun sistem [28]. Kelas terdiri dari *Boundary* Class, *Controller Class*, dan *Entity Class*. Diagram kelas dibuat agar developer dari program atau programmer membuat kelas-kelas sesuai dengan rancangan di dalam diagram tersebut agar antara dokumentasi perancangan serta perangkat lunak sesuai. Kelas yang terdapat pada struktur sistem harus dapat melakukan fungsi sesuai dengan kebutuhan sistem sehingga pembuat atau programmer dapat membuat kelas di dalam program sesuai dengan perancangan sistem atau pemodelan diagram kelas.



Gambar 2.49. Contoh *Class Diagram*

2.2.20 BPMN

Business Process Modeling Notation (BPMN) merupakan notasi yang berbentuk grafik dimana notasi tersebut menggambarkan logika langkah-langkah dalam suatu proses bisnis [29]. Notasi ini dirancang khusus untuk mengkoordinasi urutan proses serta pesan yang mengalir antara aktor dalam berbagai aktifitas. BPMN dapat digunakan untuk proses bisnis yang telah terkomputerisasi atau secara manual.

BPMN dikeluarkan oleh *Open Management Group* (omg.org). versi terakhir dari BPMN adalah BPMN 2.0.1 yang dirilis pada bulan September 2013. Sebelumnya, pada Januari 2011 telah dirilis dengan versi 2.0. notasi dari BPMN secara garis besar terdiri dari empat buah yaitu *Event*, *Task/Activity*, *Gateway*, *Sequence Flow*.