

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dampak pemanasan global, pertumbuhan populasi dan berkurangnya sumber daya alam secara bertahap menjadi masalah yang harus diperhatikan untuk memenuhi kebutuhan dengan cara menanam berbagai tanaman dan meningkatkan hasil panen, namun hasil panen semakin tidak stabil karena efek dari perubahan iklim dalam beberapa tahun terakhir. Karena itu banyak penelitian yang membahas tentang studi kasus tentang sistem pemantauan dan kontrol pertumbuhan tanaman. Sistem pemantauan dan kontrol pertumbuhan tanaman multi-parameter untuk aplikasi pertanian yang berkualitas telah dilakukan dengan menggunakan sistem otomasi (Tai dkk., 2017).

Penelitian lainnya menjelaskan masalah utama kekurangan pangan global yang diakibatkan oleh perubahan iklim di dunia. Jadi untuk mengatasi masalah kekurangan pangan global ini, rumah tangga harus menanam banyak sayuran dan tanaman lain dengan menggunakan rumah kaca buatan. Sistem otomatis dikembangkan dengan cara mengontrol parameter lingkungan agar tanaman dapat tumbuh dengan baik (Siddiqui dkk., 2017).

Banyak juga penelitian sistem pengontrolan rumah kaca yang telah dilakukan diantaranya sistem pengontrolan pintar dapat dilakukan pada variabel suhu dan kelembaban udara yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman tomat. Metode *fuzzy logic* juga diterapkan untuk menghasilkan keluaran berupa durasi penyiraman (Syam dkk., 2015). Sistem pengontrolan rumah kaca dengan menggunakan IoT dan *Cloud Computing*. Sistem menjalankan aktuator dan mengontrol parameter (Vatari dkk., 2016).

Jenis sensor yang digunakan yaitu sensor suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah yang berkomunikasi dengan mikrokontroler. Semua sensor mengumpulkan situasi rumah kaca dan mengirimkan ke pengguna. Pengguna akan memeriksa semua informasi yang dikirim oleh sistem dan mengirim algoritma pengontrolan ke aktuator melalui *cloud*. Suhu dan kelembaban dikontrol

dengan teknik irigasi sistem *drip* dan *springkler*, antar muka *web* akan memungkinkan akses ke *file* CStaaS melalui browser (Vatari dkk., 2016).

Pemantauan dan pengontrolan rumah kaca dibangun dengan menggunakan komponen yang terdiri dari sensor kelembaban, mikrokontroler Arduino UNO, komunikasi serial, koneksi nirkabel, modul LED untuk penyemprot air, motor stepper, komputer pribadi sebagai *server* dan unit catu daya. Keluaran untuk sensor menjadi masukan ke mikrokontroler dan dikirim ke komputer melalui komunikasi serial. Tugas komputer adalah mentransfer data melalui komunikasi nirkabel ke perangkat lunak aplikasi di *Smartphone Android*. Tugas *Smartphone Android* untuk mengontrol mikrokontroler dan komponen seperti modul LED dan motor stepper di kirim ke komputer (Hanggoro dkk., 2013).

Pemantauan perubahan lingkungan berbasis IoT dan mengontrol rumah kaca menggunakan WSN. Sistem dibangun dengan menggunakan komponen yang terdiri dari sensor suhu, sensor kelembaban tanah, sensor kelembaban udara, sensor cahaya, Mikrokontroler Arduino UNO, Raspberry pi 3, nrf24101 Transceiver, *Ethernet Port, Cloud, Web Based* (Shinde dan Siddiqui, 2018). Sistem kontrol dan pemantauan rumah kaca dirancang dan diimplementasikan dengan protokol Zigbee yang terdiri dari dua sistem yaitu *Portable Controller Node* (PCN) *System* dan *the Sensor and Actuator Node* (SAN). Sistem PCN terutama terdiri dari laptop atau PC dan modul transceiver ZigBee yang berhubungan dengan PC melalui *Universal Port Asynchnous Receiver* (Baviskar dkk., 2014).

Modul Xbee Series2 dari Digi Inc digunakan lalu dikonfigurasi sebagai API koordinator PAN. Modul XBee diprogram menggunakan perangkat lunak X-CTU dalam *Application Programming Interface* (API) *mode* yang membantu membangun jaringan nirkabel. Aplikasi GUI berbasis java dikembangkan pada PC yang memfasilitasi pemantauan *real-time* dari parameter pada rumah kaca menggunakan sensor serta *remote control* dari peralatan menggunakan *node* aktuator. Sensor *node* seperti suhu, kelembaban, cahaya, dan kelembaban tanah akan di pantau dan dikirimkan ke sistem PCN dan *springkler* akan melakukan penyiraman (Baviskar dkk., 2014).

Sistem kontrol otomatis rumah kaca berbasis jaringan sensor nirkabel. Pendekatan sistem tertanam untuk memantau rumah kaca berdasarkan pengukuran parameter seperti kelembaban, PH air, tanah basah, intensitas cahaya dan suhu oleh sensor yang terletak di tempat yang berbeda, di mana diukur, diproses, dikendalikan dan diperbaharui ke pengguna melalui SMS menggunakan modem GPS. Sistem pemantauan rumah kaca terdiri dari sirkuit sensor, pengontrol mikro PIC, komunikasi serial RS 232, Modul LCD untuk menampilkan parameter, modul GSM untuk memperbaharui pengguna, penerima seluler dan unit catu daya yang diperlukan. Ketika parameter suhu, kelembaban, PH, kelembaban tanah, intensitas cahaya bervariasi dari parameter yang ditetapkan terus dimonitor dan diperbaharui di ponsel sebagai penerima data (Rangan dan Vigneswaran, 2008).

2.2 Dasar Teori

2.2.1 *Artificial Intelligence*

Kata “*Intelligence*” sendiri berasal dari bahasa Latin “*intelligo*” yang berarti “saya paham” berarti dasar dari *intelligence* ialah kemampuan untuk memahami dan melakukan aksi. *Intelligence* merupakan istilah yang kompleks yang dapat didefinisikan dengan ungkapan yang berbeda seperti logika, pemahaman, pembelajaran, perencanaan dan penyelesaian masalah. *Artificial* adalah sesuatu yang tidak nyata, seperti tipuan karena merupakan hasil simulasi (Mochon dan Baldominos, 2019).

Kecerdasan buatan memiliki dampak positif yang sangat besar bagi masyarakat. Beberapa dampak ini sudah mulai terlihat dalam beberapa tahun terakhir dan khususnya dapat diamati di bidang kesehatan, kedokteran, bisnis dan pendidikan (Mochon dan Baldominos, 2019). Penerapan kecerdasan buatan di bidang Pendidikan pada *games* yang bernama *Help the Mathtown*. *Game Help the Mathtown* merupakan *games* matematika adaptif berbasis kecerdasan buatan dengan *fuzzy logic* untuk anak-anak yang berisi sekumpulan soal dan *games* yang menarik (Ivan dkk., 2017 dan Budiharto dkk., 2015).

Pada tahun 1965, John McCarthy dari *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) mengusulkan istilah “*Artificial Intelligence*”. Beliau

menyelenggarakan konferensi untuk menarik bakat dan keahlian orang lain untuk tertarik pada kecerdasan buatan dengan nama kegiatan “*The Dartmouth summer research project on artificial intelligence*”. Konferensi *Dartmouth* itu antara lain mempertemukan para pendiri dalam *Artificial Intelligence* serta peneliti dari *Carnegie Mellon University (CMU)*, MIT, IBM dan bertugas untuk meletakkan dasar bagi masa depan pengembangan dan penelitian kecerdasan buatan (Warwick, 2012 dan Russel dan Norwig, 2015).

Secara umum, AI adalah teknik dan ilmu untuk membuat suatu mesin menjadi cerdas, terutama untuk program komputer. Kecerdasan yang dimaksud adalah kecerdasan seperti yang dimiliki manusia, sehingga sebuah komputer dapat mengambil tindakan untuk menyelesaikan masalah kompleks sekalipun dengan pemikiran seperti manusia (Warwick, 2012 dan Russel dan Norwig, 2015). Sejarah *Artificial Intelligence* sangat menarik untuk dipelajari karena sudah dimulai sejak lebih dari 100 tahun yang lalu, salah satu kisah yang terkenal adalah pementasan *Rossum’s Universal Robots* (Budiharto dan Suhartono, 2013 dan Budiharto, 2015). Pada tahun 1920, penulis Czeh Karel Capek mempublikasikan fiksi *sains* dengan judul *Rossumovi Univerzalni Roboti (Rossum’s Universal Robots)*.

Cerita ini memperkenalkan istilah robot dan membuat manusia-manusia buatan yang disebut *robots* (Budiharto dan Suhartono, 2013 dan Budiharto, 2015). Banyak sekali metode kecerdasan buatan dari yang sederhana seperti *fuzzy logic*, sistem pakar, *neural network* hingga berhubungan dengan statistik seperti pendekatan Bayesian, *Computer Vision*, *Robot Vision* dan *Deep Learning*. Sistem pakar mampu menyimpan informasi dari pakar atau ahli di suatu bidang dan digunakan pada sistem berbasis komputer yang mampu memutuskan suatu masalah dan memberikan saran layaknya seorang pakar (Giaratanno, 2005).

2.2.2 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* ditemukan oleh zاده yang dikenal dengan himpunan *fuzzy* pada tahun 1965 (Dick, 2005). Logika *fuzzy* merupakan salah satu komponen pembentuk *soft computing*. Pada teori himpunan *fuzzy*, peranan derajat

keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Dasar logika *fuzzy* adalah teori himpunan *fuzzy* (Kusumadewi dan Purnomo, 2013).

Logika *fuzzy* adalah perpanjangan dari logika deterministik yaitu nilai-nilai kebenaran *fuzzy* kontinu, yang berkisar dari 0 hingga 1, tidak seperti nilai-nilai kebenaran biner (0 atau 1). Keunggulan logika *fuzzy* yaitu mampu menangani ketidakpastian dalam hal linguistik. Dalam konteks teori himpunan, logika deterministik sesuai dengan himpunan tegas, yang berarti bahwa setiap elemen didalam himpunan memiliki keanggotaan penuh untuk himpunan, yaitu elemen sepenuhnya milik himpunan (Liu dan Cocea, 2017). Sebaliknya, logika *fuzzy* sesuai dengan himpunan *fuzzy*, yang berarti bahwa setiap elemen dalam himpunan hanya memiliki keanggotaan parsial untuk himpunan yaitu elemen tersebut milik himpunan tersebut sampai derajat keanggotaan tertentu (Kusumadewi dan Purnomo, 2013).

Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu_A(x)$, memiliki dua kemungkinan, yaitu satu (1) yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan dan nol (0) yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika *fuzzy* tersebut (Kusumadewi dan Purnomo, 2013). Derajat keanggotaan *fuzzy* ditentukan oleh fungsi keanggotaan tertentu seperti fungsi keanggotaan trapesium, segitiga dan Gaussian (Liu dan Cocea, 2017).

Istilah dari konjungsi, fungsi *min* digunakan untuk mendapatkan nilai terkecil di antara nilai-nilai dari variabel *fuzzy*. Untuk contoh, a , b dan c adalah tiga variabel *fuzzy* dengan nilai kebenaran *fuzzy* masing-masing 0.3, 0.5 dan 0.7 pada kasus ini, $a \wedge b \wedge c = \min(a, b, c) = 0.3$. Untuk contoh yang sama, disjungsi melibatkan penggunaan fungsi *max* bukan fungsi *min*, misalnya $a \vee b \vee c = \max(a, b, c) = 0.7$ (Liu dan Cocea, 2017).

Dalam hal negasi, untuk contoh diatas $a = 1 - a = 0.7$ perincian tentang operasi *fuzzy* dapat ditemukan. Logika *fuzzy* telah berhasil diterapkan dalam bidang aplikasi secara luas. Dalam penelitian operasional, logika *fuzzy* dapat

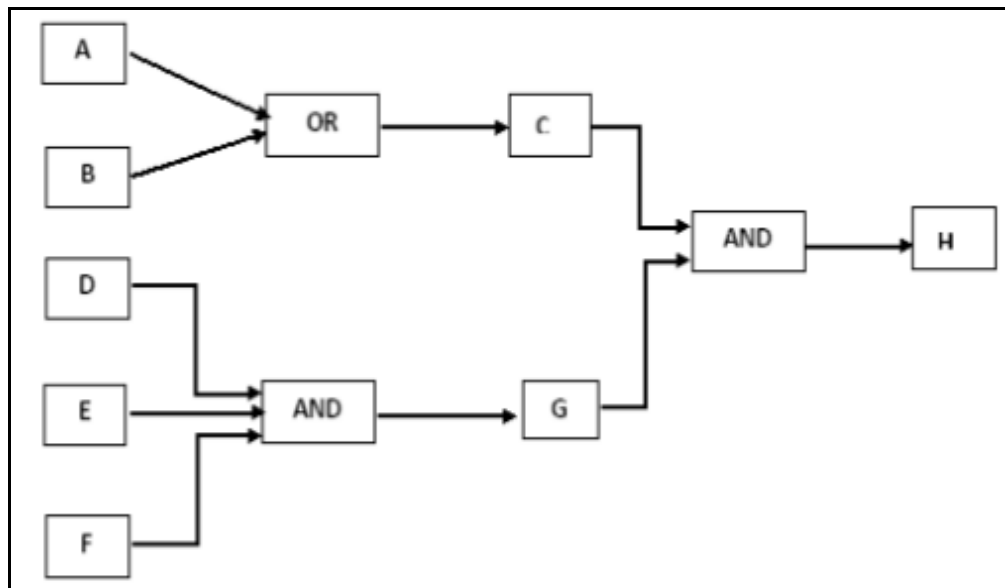
digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan (Liu dan Cocea, 2017). Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis aturan *fuzzy* akan berhubungan dengan suatu relasi *fuzzy* (Kusumadewi dan Purnomo, 2013).

Bentuk umum dari aturan *fuzzy* yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah *IF x is A THEN y is B* dengan x dan y adalah *scalar*, dan A dan B adalah himpunan *fuzzy*. Proposisi yang mengikuti *IF* disebut sebagai anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti *THEN* disebut konsekuen. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator *fuzzy*. Secara umum, ada 2 fungsi implikasi yang dapat digunakan, yaitu *Min (minimum)* dan *Dot (product)* (Kusumadewi dan Purnomo, 2013).

Sistem berbasis aturan merupakan jenis dari sistem pakar, yang biasanya terdiri dari seperangkat aturan. Setiap aturan terdiri dari sejumlah ketentuan aturan, yang juga dikenal sebagai kondisi atau *antecedents* (Kusumadewi dan Purnomo, 2013). Sistem berbasis aturan dapat dirancang dengan menggunakan pengetahuan ahli atau melalui pembelajaran dari data nyata (Liu dan Cocea, 2017).

Pakar harus memiliki pengetahuan yang luas tentang fakta dan aturan serta berpengalaman dalam domain tertentu yang disebut pakar domain. Sistem berbasis aturan dapat dibuat dengan adanya beberapa komponen. Pertama, sekumpulan fakta yang digunakan dalam memori kerja suatu sistem harus tersedia. Kedua, seperangkat aturan yang ada harus mencakup tindakan yang mungkin akan dilakukan dan yang terakhir, kondisi yang digunakan harus menentukan apakah solusi ditemukan atau tidak menghasilkan solusi sama sekali (Mzori, 2015).

Ada dua pendekatan dalam merancang sistem berbasis aturan yaitu metode *forward chaining* dan *backward chaining* (Maftouni dkk., 2015). Inferensi multiplikasi yang menghubungkan masalah dengan solusi yang disebut *chain*. *Forward chaining* adalah proses penelusuran yang mulai dengan menampilkan kumpulan data atau fakta untuk menghasilkan suatu kesimpulan yang didasarkan pada fakta. Contoh struktur *forward chaining* ditunjukkan pada Gambar 2.1 (Mzori, 2015).



Gambar 2.1 Representasi dari Struktur *Forward Chaining* (Mzori, 2015)

Pencarian dilakukan dengan menggunakan aturan bahwa premis yang sesuai dengan fakta yang diketahui adalah untuk menghasilkan fakta baru dan melanjutkan proses hingga tujuannya tercapai. *Forward chaining* adalah pencocokan fakta atau pernyataan mulai dari kiri (*IF*) (Shofi dkk., 2016). *Forward chaining* juga disebut penalaran dari bawah ke atas karena penalaran dari *level* bawah ke *level* atas dari fakta mengarah kesimpulan. Contoh sederhana dari *forward chaining* seperti berikut ini:

R1: *If A Or B Then C*

R2: *If D And E And F Then G*

R3: *If C And G Then H* (2.1)

Pada Gambar 2.1 dapat dilihat bahwa fakta-fakta yang disajikan yaitu A, B, D, E, F menghasilkan tujuan H. R1 menghasilkan kesimpulan C, R2 menghasilkan kesimpulan G, dan R3 menghasilkan kesimpulan H. Inferensi *backward chaining* merupakan prosedur yang dimulai dengan menanyakan basis fakta tentang informasi yang dapat memenuhi kondisi yang terkandung dalam aturan (Mzori, 2015).

Backward chaining merupakan kebalikan dari *forward chaining*, *backward chaining* dimulai dari tujuan dan mencari data untuk membuktikan tujuannya. Konsep *backward chaining* telah banyak digunakan untuk membangun sistem pakar (Mzori, 2015). Contoh representasi grafik dari *backward chaining* dari *node* tujuan ke *node* premis yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 dijelaskan seperti berikut ini:

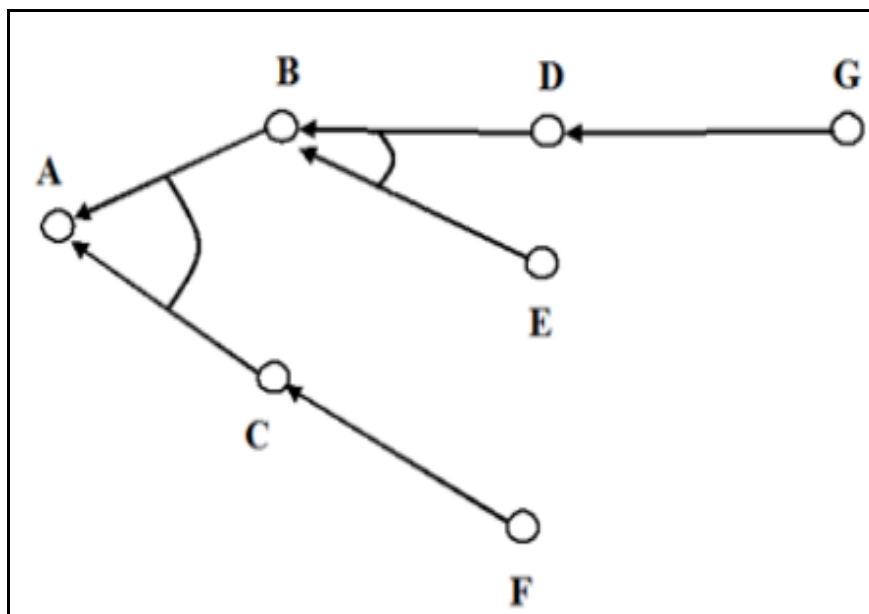
R1: *If A Then B And C*

R2: *If B Then D And E*

R3: *If C Then F*

R4: *If D Then G*

(2.2)



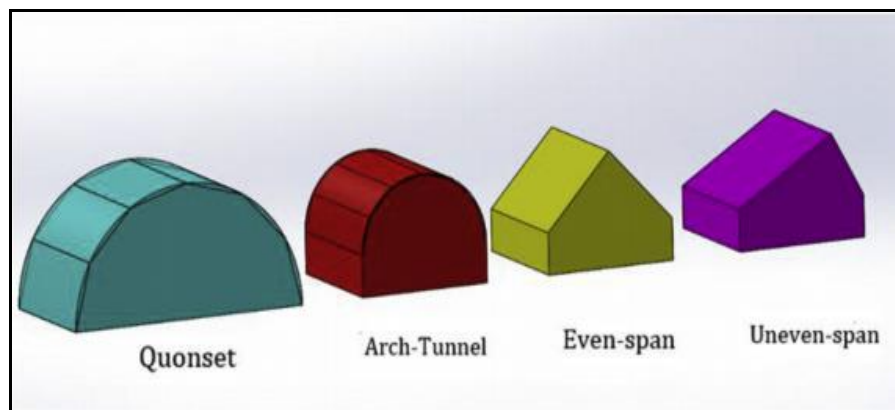
Gambar 2.2 Representasi Grafik dari *Backward Chaining* (Mzori, 2015)

2.2.3 Rumah Kaca

Rumah kaca juga dapat digunakan sebagai tujuan komersial atau perkebunan pribadi karena rumah kaca menyediakan ruang untuk ribuan tanaman ataupun beberapa tanaman saja. Terdapat beberapa variabel penting yang perlu diatur pada rumah kaca diantaranya intensitas cahaya, kelembaban tanah,

kelembaban udara dan suhu. Diharapkan dengan perkembangan teknologi elektronika pengendalian pada variabel-variabel dapat dikendalikan secara otomatis dan kontinu (Singh dkk., 2014).

Penerapan rumah kaca biasanya melibatkan banyak sensor dan aktivator yang harus dikontrol dengan cermat dan akurat sehingga fungsi rumah kaca sesuai dengan kebutuhan tanaman yang dibudidayakan (Singh dkk., 2014). Bentuk rumah kaca dikarakteristikkan menjadi lima jenis yang berbeda. Bentuk rumah kaca paling umum digunakan di lingkungan yang panas dan gersang ditunjukkan pada Gambar 2.3.



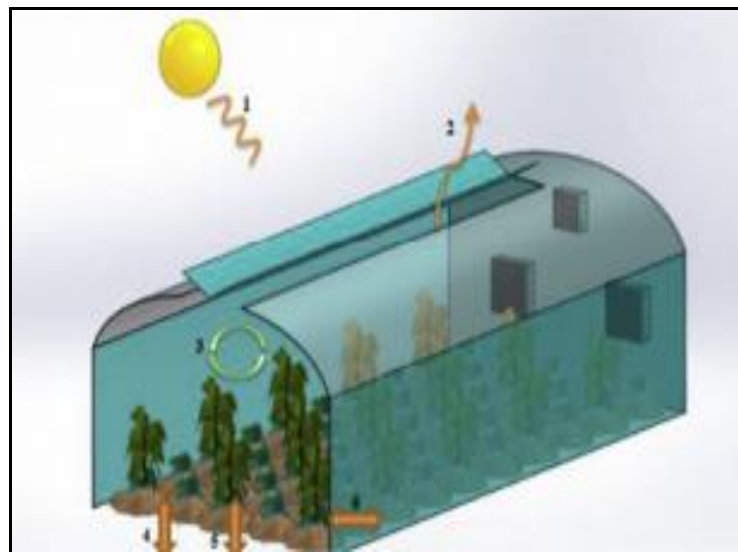
Gambar 2.3 Bentuk Rumah Kaca yang Paling Banyak Digunakan (Ghani dkk., 2018)

Rumah kaca *even-span* dianggap sebagai jenis yang paling umum yang sering digunakan. Di India penerapan rumah kaca *even-span* dengan ukuran 24 m² menggunakan material penutup *polyethylene* dengan ketebalan 200 μ m untuk budidaya *capsicum* pada wilayah dengan garis lintang 31^o N. Rumah kaca *even-span* atau *quonset* menerima banyak radiasi di musim dingin dan lebih sedikit radiasi di musim panas, sedangkan untuk budidaya sepanjang tahun di garis lintang 50^o N, bentuk rumah kaca *uneven span* lebih banyak dipakai untuk semua budidaya sepanjang tahun (Ghani dkk., 2018).

Untuk hari yang cerah dan dingin di Delhi bentuk rumah kaca *arch* dapat menurunkan panas dibandingkan dengan bentuk *quonset*, karena menerima jumlah *fluks* surya yang lebih tinggi. Untuk mengurangi tuntutan pendinginan

rumah kaca di iklim panas, struktur dengan bentuk *arch* yang dimodifikasi terbukti berkerja lebih baik. Bahan penutup rumah kaca adalah bahan pelapis untuk melindungi tanaman dari lingkungan luar dan mengontrol transmisi cahaya, difusi panas dan jumlah radiasi yang masuk ke rumah kaca (Ghani dkk., 2018).

Pemilihan bahan penutup rumah kaca tergantung pada kebutuhan tanaman dan biaya yang tersedia. Keseimbangan radiasi yang ditransfer dan disebarkan di dalam rumah kaca dapat secara positif mengendalikan proses fotosintesis dan evapotranspirasi yang menghasilkan tanaman yang kualitas. Di sisi lain, radiasi yang masuk berlebihan dapat menyebabkan penyakit pada tanaman dan produksi yang buruk. Pertukaran energi dari rumah kaca ditunjukkan pada Gambar 2.4 (Ghani dkk., 2018).



Gambar 2.4 Keseimbangan Energi Rumah Kaca

Keterangan:

1. Peningkatan panas matahari
2. Ventilasi untuk menghilangkan panas
3. Konveksi
4. *Fluks* panas konduksi tanah
5. *Fluks* Panas yang masuk dan laten *fluks*
6. Menghilangkan panas dari konduksi material (Ghani dkk., 2018).