

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan Masalah

Indonesia memiliki adat istiadat dan budaya yang sangat beragam. Keanekaragamannya menyebabkan beberapa masyarakat masih menggunakan obat tradisional. Penggunaan obat tradisional ini bertujuan untuk mengobati berbagai penyakit yang menyerang kesehatan. Obat tradisional diperoleh dari pemanfaatan alam sekitar berupa tumbuhan yang berkhasiat sebagai obat. Tumbuhan obat tradisional menjadi alternatif dalam pengobatan suatu penyakit. Hal ini dikarenakan biaya pengobatan modern cukup mahal dan krisis ekonomi yang belum berakhir. Tumbuhan obat di Indonesia sangat melimpah. Menurut Badan Pengkaji dan Pengembangan Perdagangan (2017), Indonesia memiliki 30.000 spesies tanaman dari 40.000 spesies tanaman obat di dunia. Tanaman yang memiliki manfaat sebagai obat sekitar 9000 spesies. Dari jumlah tersebut baru sekitar 5% yang dimanfaatkan sebagai bahan *fitofarmaka*. Sedangkan, 1000 spesies tanaman telah dijadikan sebagai bahan baku industri jamu dan obat tradisional[1].

Sejalan dengan itu, masyarakat mulai mengembangkan Tanaman Obat Keluarga (TOGA) sebagai bentuk pemanfaatan obat tradisional. TOGA adalah tanaman berkhasiat yang ditanam di lahan pekarangan mau pun ladang dan dikelola oleh keluarga. Jenis tanaman yang ditanam memenuhi keperluan keluarga akan obat-obatan tradisional yang dapat dibuat sendiri. Tanaman obat yang dipilih biasanya adalah tanaman yang dapat dipergunakan untuk pertolongan pertama atau obat-obatan ringan seperti demam dan batuk[2]. Beberapa contoh TOGA diantaranya Nya kunyit, temu lawak, jahe, kencur, telang, sambiloto dan berbagai jenis tanaman lainnya.

Dalam budidaya tanaman obat tidak jarang timbul permasalahan adanya gangguan organisme pengganggu tanaman (OPT)[3], Salah satunya adalah Gulma. Gulma merupakan tumbuhan yang selalu berada di sekitar tanaman yang sedang dibudidayakan dan dapat pula mengakibatkan kerugian pada tanaman hasil secara tidak langsung pada tanaman budidaya di samping kehilangan hasil langsung akibat hama dan penyakit tanaman[4]. Lebih dari 30.000 spesies tumbuhan telah diidentifikasi sebagai rumput liar, di mana 250 spesies dianggap sebagai rumput liar

yang memiliki dampak signifikan, dan 80 spesies diketahui dapat mengurangi hasil dari tanaman budidaya. Jenis gulma meliputi gulma rumput, gulma golongan tekian dan gulma golongan berdaun lebar (*broad leaves*)[5].

Dalam permasalahan ini *Stakeholder* yang terlibat yaitu para keluarga yang memiliki lahan atau kebun untuk TOGA. Biasanya keluarga yang memiliki TOGA tidak memiliki akses langsung untuk pelayanan Kesehatan[2]. Sehingga, sangat penting untuk menyelesaikan masalah ini demi menjaga kelangsungan TOGA dari gangguan gulma yang dapat merugikan pertumbuhan dan kebermanfaatan tanaman obat tersebut.

1.1.1 Informasi Pendukung Masalah

Pekarangan adalah sebidang tanah darat yang terletak langsung di sekitar rumah tinggal dan jelas batas-batasnya, ditanami dengan satu atau berbagai jenis tanaman dan masih mempunyai hubungan pemilikan dan/atau fungsional dengan rumah yang bersangkutan. Pekarangan akan dapat berfungsi sebagai apotek hidup, warung hidup, lumbung hidup serta dapat memperindah halaman rumah. Berdasarkan data hasil penelitian diketahui rata-rata luas lahan pekarangan adalah 281,00 m², dengan rata-rata luas lahan pekarang yang belum dimanfaatkan adalah 31,32 m² (45,99%) [6]. Salah satu contoh tanaman yang akan ditanam pada pekarangan rumah adalah tanaman obat yang disebut sebagai Tanaman Obat Keluarga(TOGA).

Gulma akan menjadi masalah serius bagi para keluarga pemilik TOGA karena Gulma biasanya didefinisikan sebagai tumbuhan yang tumbuh secara tidak terkendali di area yang digunakan untuk menanam tanaman, dan dapat mengganggu pertumbuhan tanaman budidaya. Gangguan ini umumnya berkaitan dengan menurunnya produksi tanaman. TOGA yang sejatinya akan digunakan sebagai obat tentu saja akan terganggu dengan kedatangan Gulma sebagai tanaman pengganggu, Keberadaan gulma pada tanaman budidaya dapat menimbulkan kerugian kualitas produksi. Kerugian yang ditimbulkan oleh gulma adalah penurunan hasil pertanian, persaingan dalam perolehan air, unsur hara, tempat hidup, yang akhirnya menyebabkan terganggunya tanaman. Pertumbuhan gulma dipengaruhi oleh faktor lingkungan yaitu iklim, edafik, dan biotik. Faktor iklim antara lain adalah cahaya, temperatur, air, angin, dan atmosfer. Gulma umumnya tumbuh secara bersamaan dengan tanaman yang sedang dibudidayakan, dan perbedaan sifat fisik dan kimia

tanah telah diidentifikasi sebagai faktor paling signifikan yang memengaruhi jumlah jenis gulma[4]. Salah satu gulma yang menjadi perhatian adalah gulma rumput belulang (*Eleusine indica* L.). *Eleusine indica* merupakan salah satu gulma yang keberadaannya dapat ditemukan hampir di semua pertanaman ataupun budidaya tanaman[7]. *Eleusine Indica* termasuk family *Poaceae* atau *Gramineae*. Rumput ini berumpun, tegak atau menjalar, daunnya seperti garis, dan lidah daunnya berbulu halus, pembungaannya bulir terdiri dari 2 sampai 12 cabang tersusun secara menjari. Rumput ini berkembang-biak dengan biji. Batangnya kerap kali berbentuk cekungan yang terbentang, tingginya 0,1 – 0,9 m[8].



Gambar 1.1 Gulma *Eleusine indica* L[9]

Dalam memberantas gulma sudah dilakukan berbagai upaya yang sudah dilakukan. Pengendalian gulma dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara langsung dan tidak langsung. Pengendalian secara langsung meliputi penyiangan, mekanis dan herbisida, sedangkan pengendalian tidak langsung meliputi pengolahan tanah dan teknik budidaya. Akan tetap faktanya cara ini masih kurang efisien dalam memberantas gulma karena contohnya, pengendalian gulma dengan penyiangan, saat ini jarang dilakukan karena adanya keterbatasan tenaga penyiang padahal membutuhkan tenaga kerja yang banyak, sedangkan dengan cara kimiawi membutuhkan waktu lebih cepat dan tenaga lebih sedikit tetapi bisa menyebabkan kerusakan tanah jika terakumulasi pada tanah baik secara biologi maupun fisika serta juga bisa menyebabkan kerusakan sementara pada tanaman[10]. Oleh karena itu dibutuhkan peran teknologi untuk memberantas masalah ini, Belakangan ini robot mulai memasuki pasaran konsumen di bidang alat bantu rumah tangga, seperti alat pembersih lantai. Robot pembersih lantai adalah robot yang dapat membersihkan suatu ruangan tanpa dikendalikan oleh manusia. Perkembangan alat pembersih lantai sudah sangat pesat kemajuannya dengan memiliki fungsi seragam dalam satu alat. [11]. Dari pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa Pekerjaan manusia sangat terbantu dengan memanfaatkan perkembangan teknologi[12],

terutama dalam bidang-bidang yang membutuhkan banyak tenaga kerja atau memakan waktu lama, seperti pengendalian gulma. Selain itu ukuran gulma yang relatif kecil dan banyak tumbuh disekitar tanaman, tentu saja sangat menyusahkan penyiangan secara manual, penggunaan teknologi disini akan sangat membantu. Dalam penggunaan teknologi untuk mendeteksi objek kecil dibutuhkan teknologi yang canggih serta komputasi yang cepat untuk membantu proses identifikasi dan pemisahan antara tanaman yang diinginkan dengan gulma[13].

1.1.2 Analisis Masalah

Untuk mengatasi masalah gulma sebagai tanaman pengganggu pada TOGA diperhatikan beberapa hal berikut:

- a. Aspek Ekonomi: Penggunaan teknologi otomatis dalam pengendalian gulma dapat memberikan efisiensi biaya yang signifikan. Dengan mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, biaya operasional dapat ditekan dalam jangka panjang. Selain itu, hasil produksi tanaman obat dapat meningkat berkat peningkatan efektivitas dan keberlanjutan proses penyiangan.
- b. Aspek Waktu: Proses pengendalian gulma secara otomatis akan mempercepat kegiatan penyiangan yang biasanya memakan waktu lama. Hal ini memungkinkan pemilik lahan untuk lebih fokus pada aktivitas lainnya, meningkatkan efisiensi penggunaan waktu dalam pengelolaan lahan.
- c. Aspek Kesejahteraan: Pengurangan kerja fisik yang berat dalam penyiangan dapat meningkatkan kesejahteraan pemilik lahan. Mereka akan memiliki lebih banyak waktu untuk fokus pada kegiatan lain yang lebih produktif dan berpotensi meningkatkan kualitas hidup mereka.
- d. Aspek Lingkungan: Pengendalian gulma yang lebih efisien dan tepat sasaran dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Teknologi otomatis yang berbasis sensor memungkinkan identifikasi spesifik terhadap gulma, sehingga tanaman penting dan ekosistem sekitar tidak terganggu.

1.1.3 Kebutuhan Yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan terhadap masalah yang akan diselesaikan diharapkan solusi yang akan diterapkan dapat memenuhi kriteria berikut:

- a. Alat harus mampu beroperasi secara efektif pada berbagai bentuk dan ukuran lahan Tanaman Obat Keluarga (TOGA).

- b. Alat mampu mendeteksi gulma di sekitar Tanaman Obat Keluarga(TOGA) secara akurat sehingga dapat memberikan *output* yang dapat langsung dilihat oleh pemilik lahan atau kebun TOGA
- c. Alat mampu bekerja secara otomatis dengan sedikit intervensi manusia, sehingga pemilik kebun TOGA dapat fokus pada aspek lain dari pengelolaan kebun.

1.1.4 Tujuan

Berdasarkan masalah yang telah dirumuskan serta kebutuhan penulis bertujuan untuk membuat sebuah sistem yang dapat membantu pemilik lahan atau kebun TOGA memberantas gulma secara efektif.

1.2 Solusi

1.2.1 Karakteristik Produk

1. Fitur Dasar
 - a. *Sensing Capability*: Kemampuan sensor pada alat sangat penting untuk mengidentifikasi tanaman di kebun Tanaman Obat Keluarga (TOGA) dan mendeteksi keberadaan gulma. Sensor yang digunakan harus mampu mengenali perbedaan karakteristik fisik seperti warna, bentuk tanaman, atau pola pertumbuhan untuk memastikan identifikasi yang tepat antara tanaman yang diinginkan dan gulma yang tidak diinginkan.
 - b. *Realtime*: Kemampuan sistem untuk memproses data dan memberikan respons secara langsung (*Realtime*) sangat krusial dalam deteksi gulma. Sistem ini memungkinkan pemilik kebun atau lahan TOGA untuk segera menerima informasi mengenai pertumbuhan gulma dan langsung mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan, sehingga risiko kerusakan tanaman dapat diminimalkan. Sistem beroperasi dalam mode *Soft Realtime*, di mana respons tidak harus sepenuhnya instan tetapi tetap cukup cepat untuk memastikan efisiensi dalam pengelolaan lahan. Misalnya, sedikit keterlambatan dalam pelaporan posisi gulma menggunakan GPS tidak akan mengganggu operasi keseluruhan, asalkan informasi tetap akurat dan dapat diandalkan. Pendekatan ini membantu menciptakan keseimbangan antara kebutuhan akan kecepatan dan

kemampuan perangkat keras, sekaligus memastikan hasil yang optimal bagi pemilik lahan.

- c. *Computation Method*: Penggunaan metode komputasi diperlukan untuk menghasilkan output yang akurat dan sesuai dengan harapan. Dengan menerapkan algoritma yang tepat dan efisien, proses komputasi dapat memberikan hasil yang optimal dan dapat diandalkan sesuai dengan kebutuhan sistem.
 - d. *Notification Capability*: Pemberian notifikasi sangat penting untuk memberi informasi kepada pemilik kebun atau lahan TOGA mengenai keberadaan gulma yang tumbuh di tanaman mereka. Dengan adanya notifikasi, pemilik dapat segera mengambil tindakan yang diperlukan untuk mengendalikan gulma sebelum berdampak negatif pada tanaman.
 - e. *Automatic Operation*: Kemampuan alat untuk bekerja secara mandiri tanpa memerlukan intervensi manusia secara terus-menerus. Alat ini mampu mendeteksi, mengidentifikasi, dan mengendalikan gulma secara otomatis dengan teknologi yang telah diterapkan. Fungsi ini memungkinkan alat untuk terus beroperasi dalam lingkungan TOGA, menjalankan tugasnya secara konsisten dan efisien tanpa campur tangan pengguna.
2. Fitur Tambahan
- a. *Low power consumption*: Penggunaan daya yang rendah sangat penting untuk memastikan alat atau perangkat dapat beroperasi dalam waktu yang lebih lama tanpa perlu sering diisi ulang atau menggunakan sumber daya tambahan. Desain sistem yang efisien akan membantu menghemat energi, sehingga lebih ramah lingkungan dan mengurangi biaya operasional.
 - b. *Low cost*: Alat yang dikembangkan dirancang dengan batasan biaya maksimal Rp. 5.000.000, sehingga tetap terjangkau bagi pemilik lahan atau kebun TOGA. Dalam perancangan alat, komponen-komponen yang digunakan dipilih secara selektif untuk memastikan efisiensi biaya tanpa mengorbankan kualitas atau kinerja.
 - c. *Development Timeline*: Alat ini dijadwalkan untuk dikerjakan dalam waktu 6 bulan, waktu tersebut sudah termasuk pengujian sistem dan integrasi alat.

- d. *Easy to Use*: Alat ini dirancang dapat memudahkan pengguna dalam membantu mengendalikan gulma pada TOGA.

1.2.2 Usulan Solusi

1.2.2.1 Solusi 1 (Alat pemotong gulma berbasis multisensor)

Solusi pertama untuk permasalahan gulma pada Tanaman Obat Keluarga (TOGA) adalah alat pemotong gulma berbasis multisensor. Alat ini memanfaatkan gabungan beberapa sensor untuk mendeteksi gulma. Sensor-sensor tersebut akan mengukur ketinggian, bentuk, dan warna gulma yang ada di sekitar tanaman TOGA. Data yang diperoleh dari sensor akan digunakan untuk membedakan gulma dari tanaman lainnya berdasarkan parameter ketinggian, warna, dan bentuk, yang diidentifikasi dengan menggunakan sensor ultrasonik, sensor warna dan kamera untuk menangkap gambar bentuk tanaman. Gulma akan dikategorikan berdasarkan ambang batas tertentu terhadap parameter tersebut. Ketika sebuah tanaman terdeteksi sebagai gulma, data tersebut akan dikirim ke aplikasi beserta gambar yang diambil oleh kamera yang tertanam pada alat. Segala proses robot dikontrol oleh pengguna pada aplikasi. Pengguna dapat melihat data dan gambar gulma yang terdeteksi melalui aplikasi tersebut, serta memutuskan untuk memotong gulma yang terdeteksi menggunakan mini *cutter* yang terpasang pada robot. Alat pemotong gulma berbasis multisensor ini menggunakan metode komputasi seperti *fuzzy logic* untuk membantu proses identifikasi dan pengendalian gulma terutama dalam proses pemberian ambang batasnya tadi.

1.2.2.2 Solusi 2 (Robot Pengendali Gulma Berbasis AI)

Solusi kedua untuk menyelesaikan masalah gulma pada Tanaman Obat Keluarga (TOGA) adalah robot pengendali gulma yang menggunakan kombinasi sensor dan kecerdasan buatan (AI). Robot ini dilengkapi dengan berbagai sensor seperti kamera, sensor GPS, dan sensor ultrasonik yang memungkinkannya untuk mengenali dan memahami kondisi lingkungan lahan kebun TOGA. Sensor-sensor ini membantu robot dalam membangun pemetaan area dan menghindari rintangan atau tanaman yang tidak perlu dipotong. Terdapat banyak pilihan model komputasi yang dapat digunakan untuk membantu mengatasi kendala terbesar dalam dunia pertanian, sebagai contohnya adalah penggunaan algoritma *Deep Learning*[14].

Kamera yang terintegrasi dengan AI berperan penting dalam mengidentifikasi dan membedakan secara akurat antara tanaman obat dan gulma. AI ini, melalui algoritma pengolahan citra seperti *Convolutional Neural Networks* (CNN), mampu mengenali bentuk, warna, dan tekstur tanaman serta gulma. Dengan kemampuan klasifikasi ini, robot dapat secara cerdas menargetkan gulma dan menghindari pemotongan tanaman TOGA. Robot ini juga dilengkapi dengan alat pemotong otomatis, yang diaktifkan hanya setelah gulma teridentifikasi dengan benar, memastikan bahwa robot hanya memotong gulma tanpa mengganggu tanaman obat. Dengan begitu, gulma dapat diberantas secara langsung dan efisien. Robot akan bekerja dalam dua fase yaitu fase pertama fase klasifikasi tanaman serta fase kedua yaitu fase untuk memotong gulma yang terdeteksi. Robot ini mudah digunakan, karena hanya memerlukan satu kali konfigurasi untuk mempersiapkan kedua fase tersebut. Setelah konfigurasi awal dilakukan, robot akan secara otomatis menjalankan proses klasifikasi dan pemotongan gulma, tanpa perlu intervensi manual lebih lanjut dari pengguna. Hal ini membuat robot sangat efisien dan praktis untuk digunakan dalam berbagai kondisi lahan TOGA. Terakhir setelah kedua proses telah selesai maka robot akan kembali ke posisi semula serta memberikan notifikasi ringkasan pengendalian gulma serta pesan proses telah selesai, hal ini berfungsi sebagai riwayat serta informasi agar pengguna dapat mengambil kembali robotnya.

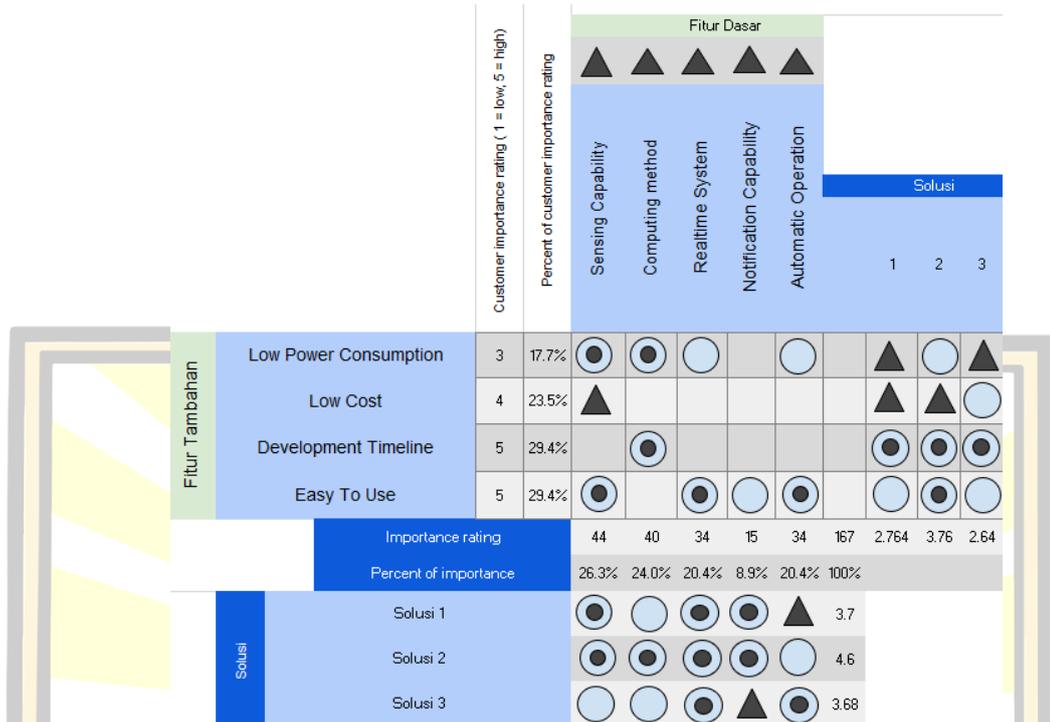
1.2.2.3 Solusi 3 (Penyemprot Racun Gulma Otomatis)

Solusi ketiga yaitu alat penyemprot racun gulma otomatis pada Tanaman Obat Keluarga (TOGA). Alat ini dirancang untuk menyemprotkan racun gulma secara otomatis berdasarkan beberapa indikator pada tanaman, karena tanaman obat keluarga umumnya memiliki tinggi yang lebih besar dibandingkan. Alat ini dilengkapi dengan sensor ultrasonik atau sensor inframerah untuk mendeteksi ketinggian tanaman, Setelah ketinggian terdeteksi, alat akan melihat hasil tersebut dan mencocokkan dengan ambang batas yang telah ditentukan. Jika tanaman berada di pada ambang batas yang terkategori. Racun gulma kemudian disemprotkan secara otomatis tepat ke area gulma yang terdeteksi setelah itu proses pemotongan gulma akan ditampilkan pada LCD *display* berbentuk *count* proses pemotongan yang berada di dekat lahan, sebagai bentuk notifikasi yang dapat dilihat oleh

pengguna. Untuk meningkatkan keakuratan dan fleksibilitas dalam mendeteksi perbedaan antara gulma dan tanaman obat, alat ini menggunakan metode *Fuzzy Logic*. Metode ini memungkinkan alat untuk mempertimbangkan variasi ketinggian tanaman yang tidak selalu tegas, seperti tanaman yang berada di antara kategori gulma dan tanaman obat. Dengan logika *fuzzy*, ambang batas tanaman diubah menjadi kategori *fuzzy* seperti "pendek", "sedang", dan "tinggi". Sistem kemudian menggunakan aturan *fuzzy* untuk menentukan tindakan yang tepat: tanaman yang diklasifikasikan sebagai gulma akan disemprot. Metode *Fuzzy Logic* menyediakan cara sederhana untuk menggambarkan kesimpulan pasti dari informasi yang ambigu, samar-samar atau tidak tepat [15], dengan metode ini nantinya memastikan hanya gulma yang disemprot tanpa mengganggu tanaman obat. Sistem ini juga dapat dikonfigurasi untuk menyesuaikan ambang batas jenis tanaman obat yang dibudidayakan di lahan TOGA. Dengan begitu, pemilik lahan dapat memastikan bahwa gulma diberantas secara efektif tanpa risiko merusak tanaman utama. Alat ini akan diposisikan sesuai besar lahan tanaman obat keluarga dan bergerak ke segala posisi tanaman yang ada, alat selalu bergerak untuk melakukan proses pendeteksian dan penyemprotan racun dengan ini menjamin tidak akan ada gulma yang tumbuh.

1.2.3 Analisis Usulan Solusi

Berdasarkan 3 solusi yang telah di rumuskan sebelumnya diperlukan analisis lebih mendalam lagi guna mendapatkan solusi terbaik untuk menentukan solusi mana yang cocok untuk permasalahan pada topik ini. Metode yang digunakan untuk menganalisis solusi adalah *House Of Quality* seperti berikut



Gambar 1.2 House Of Quality Solusi

Keterangan :

Relationship matrix		
●	Strong	5
○	Medium	3
▲	Weak	1
	No relation	0

Solusi 1: Alat pemotong gulma berbasis multisensor

Solusi 2: Robot Pengendali Gulma Berbasis AI

Solusi 3: Penyemprot Racun Gulma Otomatis.



Berdasarkan Gambar *House Of Quality* diatas didapatkan poin akhir dari setiap solusi sebagai berikut :

$$\text{Solusi 1} : 5 \times 26.3\% + 3 \times 24.0\% + 5 \times 20.4\% + 5 \times 8.9\% + 1 \times 20.4\% = 3.7$$

$$\text{Solusi 2} : 5 \times 26.3\% + 5 \times 24.0\% + 5 \times 20.4\% + 5 \times 8.9\% + 3 \times 20.4\% = 4.6$$

$$\text{Solusi 3} : 3 \times 26.3\% + 3 \times 24.0\% + 5 \times 20.4\% + 1 \times 8.9\% + 5 \times 20.4\% = 3.63$$

Untuk membantu proses perbandingan solusi dilakukan proses perbandingan dengan fitur tambahan, hal ini dilakukan karena proses perbandingan antar solusi dengan fitur dasar masih berjarak di bawah 1

$$\text{Solusi 1} = (1 \times 17.7\%) + (1 \times 23.5\%) + (5 \times 29.4\%) + (3 \times 29.4\%) = 2.76$$

$$\text{Solusi 2} = (3 \times 17.7\%) + (1 \times 23.5\%) + (5 \times 29.4\%) + (5 \times 29.4\%) = 3.76$$

$$\text{Solusi 3} = (1 \times 17.7\%) + (3 \times 23.5\%) + (5 \times 29.4\%) + (1 \times 29.4\%) = 2.64$$

Berikut penjelasan dari *House Of Quality* dari solusi yang telah diusulkan:

Untuk fitur *Low power consumption* (Konsumsi Daya Rendah), diberikan nilai 5 karena sangat berkaitan erat dengan *Sensing Capability* (Kemampuan Sensor) dan *Computing Method* (Metode Komputasi). Semakin baik kapabilitas sensor, semakin rendah daya yang diperlukan karena alat dapat mendeteksi gulma lebih cepat tanpa harus mengeluarkan banyak energi. Selain itu, semakin bagus metode komputasi, semakin cepat output yang dihasilkan, sehingga mengurangi waktu dan energi yang dibutuhkan. Untuk fitur *Realtime System* (Sistem *Realtime*), fitur dasar ini akan berkaitan dengan *low power consumption* karena sistem *real-time* akan membutuhkan sistem yang selalu sedia aktif ketika proses dilakukan, akan tetapi dengan diberi sistem yang selalu bekerja untuk selalu sedia dalam prosesnya maka *power* yang dikeluarkan akan sedikit besar sehingga di sini diberi nilai 3. Alat ini dirancang untuk bergerak secara otomatis, sehingga konsumsi daya menjadi perhatian utama. Dalam sistem otomatis, alat diprogram untuk melakukan proses tertentu dengan efisiensi daya yang optimal. Meski demikian, konsumsi daya tetap bergantung pada jenis dan kompleksitas proses otomatis yang dijalankan. Oleh karena itu, hubungan antara sistem otomatis dan konsumsi daya rendah diberi nilai

3. Fitur berikutnya adalah *Low cost* (Biaya Rendah). Alat ini diperkirakan tidak akan melebihi biaya Rp. 3.000.000 dalam proses pengembangannya. Hal ini berkaitan dengan salah satu fitur yaitu *Sensing Capability*. Jika alat memiliki *Sensing Capability* yang tinggi, maka biaya yang diperlukan sedikit lebih besar. Oleh karena itu, fitur *Sensing Capability* ini diberikan nilai rendah dalam kategori biaya. Fitur selanjutnya adalah *Development Timeline* (Jadwal Pengembangan), dengan target pengerjaan selama 6 bulan, Fitur ini berkaitan dengan salah satu fitur yaitu fitur metode komputasi, dengan metode komputasi yang efisien akan membantu mempercepat waktu pengerjaan dengan menghasilkan output yang optimal. Fitur terakhir adalah *Easy to Use* (Mudah Digunakan), di mana alat ini dirancang untuk memudahkan pengguna tanpa harus mengeluarkan banyak tenaga. Fitur ini sangat berkaitan dengan fitur *Sensing Capability*, dengan *Sensing Capability* yang bagus, akan menghasilkan output yang bagus juga sehingga pengguna akan lebih mudah menggunakan atau merasakan dampak dari sistem tersebut. Fitur selanjutnya yang berkaitan adalah *Realtime* sistem, dengan sistem yang *Realtime* maka pengguna akan langsung merasakan dampak dari sistem tanpa harus menunggu lama sehingga *user experience* yang dirasakan juga meningkat. Sistem yang otomatis juga dapat membantu memudahkan pengguna dalam memakai sistem yang ada sehingga diberi nilai 5. Terakhir yaitu *notification capability* memberikan kemudahan tambahan bagi pengguna dalam menggunakan sistem, terutama untuk mengetahui *output* atau dampak yang dihasilkan. Fitur ini diberi nilai 3 karena, meskipun tanpa notifikasi sistem sudah dapat membantu pengguna, kehadiran notifikasi memberikan pengalaman yang lebih baik dan mendukung penggunaan sistem secara lebih optimal.

Dari analisa di atas masing-masing solusi dibandingkan berdasarkan fitur yang ada, adapun penjelasannya adalah seperti berikut :

a. Fitur Dasar

1. Solusi 1 : Alat Pemotong Gulma berbasis multisensor

Solusi ini mendapat nilai 5 pada *Sensing Capability* karena penggunaan multisensor pada alat, yang sangat membantu dalam proses pendeteksian gulma secara efektif. Solusi 1 juga diberi nilai 5 pada *Notification Capability*, karena alat ini dirancang terintegrasi dengan aplikasi yang memberikan notifikasi langsung kepada

pengguna. Alat juga melakukan pemotongan pada gulma secara langsung setelah dideteksi setelah menggunakan multisensor maka dari itu diberikan nilai 5 pada fitur *Realtime System*. Fitur lainnya seperti *Computing Method* diberikan nilai 3 karena penggunaan *Computing Method* yang digunakan pada perangkat IoT sangat diperlukan untuk membantu proses pengendalian gulma akan tetapi dikarenakan solusi menggunakan multisensor (*hardware based*) tentunya penggunaan *computation method* lebih terbatas daripada sistem yang minim *hardware (software based)*. Terakhir diberikan nilai 1 pada fitur *Automatic Operation* karena sistem masih memerlukan intervensi pengguna dalam proses pemotongan yang diatur menggunakan aplikasi, sistem hanya bekerja otomatis ketika melakukan pendeteksian

2. Solusi 2 : Robot Pengendali Gulma Berbasis AI

Pada solusi ini, hampir semua fitur mendapatkan nilai 5. *Computing Method* dinilai sangat tinggi karena alat ini terintegrasi dengan AI, sehingga memerlukan kinerja komputasi yang besar untuk mengolah data secara cepat. *Realtime System* juga dinilai 5 karena alat ini menggunakan metode pengolahan citra (*image processing*) yang membutuhkan respons cepat dan tepat waktu. Selain itu, alat ini terintegrasi dengan aplikasi telegram yang memberikan notifikasi langsung kepada pengguna berupa riwayat atau rangkuman hasil pengendalian seperti koordinat lokasi dalam bentuk gambar serta pesan proses telah selesai ini berguna sebagai riwayat dan pemberitahuan kepada pengguna untuk mengambil kembali robotnya, sehingga *Notification Capability* juga mendapat nilai 5. *Sensing Capability* diberi nilai 5 juga karena alat ini hanya menggunakan gabungan beberapa sensor dalam proses di antaranya kamera untuk melakukan pendeteksian, sensor ultrasonik sebagai pembantu robot dalam mendeteksi halangan di depan dan sensor GPS sebagai penanda lokasi gulma yang terdeteksi. Terakhir *Automatic Operation* diberi nilai 3 karena alat ini hampir bekerja otomatis karena untuk tahap pertama kali masih ada sedikit intervensi dari pengguna untuk membantu robot dalam mengenali posisi atau lingkungan lahan dari kebun tanaman obat keluarga

3. Solusi 3 : Penyemprot Racun Gulma Otomatis

Solusi ini memiliki nilai yang lebih bervariasi. *Sensing Capability* diberi nilai 3 karena hanya menggunakan salah satu dari sensor seperti infrared atau ultrasonik. Alat ini juga dirancang untuk bekerja otomatis, sehingga *Automatic Operation* juga mendapat nilai 5, ini dikarenakan alat yang digunakan bekerja tanpa adanya intervensi pengguna dan hidup terus menerus, sehingga hal ini juga berkaitan dengan salah satu fitur yaitu *Realtime System* yang diberi nilai 5, karena proses pendeteksian langsung dengan proses penyemprotan gulma. *Computing Method* diberi nilai 3, karena alat ini hanya memerlukan kinerja komputasi yang cukup baik untuk mengoperasikan multisensor, namun tidak sekompleks penggunaan seperti penggunaan AI yang membutuhkan performa lebih tinggi. Penggunaan metode komputasi seperti *Fuzzy Logic* juga diperlukan untuk menghasilkan output yang efisien dan sesuai dengan kebutuhan, sehingga fitur ini mendapat nilai 3. *Notification Capability* diberi nilai 1, karena alat ini hanya memberikan notifikasi berupa *count* proses penyemprotan pada layar LCD.

b. Fitur Tambahan

Untuk membantu perbandingan antar solusi, dilakukan juga perbandingan antar solusi dengan fitur tambahan di antaranya seperti berikut:

1. Solusi 1:

Solusi ini memiliki nilai yang bervariasi, dimulai dengan *low power consumption* di mana diberi nilai 1 karena pada solusi 1 menggunakan multisensor yang membuat daya yang digunakan untuk masing-masing sensor semakin besar, setelah itu untuk fitur *low cost* diberi nilai 1 karena sistem berbasis multisensor sehingga membutuhkan biaya yang lebih besar. Untuk *Development Timeline* diberi nilai 5 karena target pengerjaan sendiri adalah 6 bulan. Dan terakhir adalah *easy to use*, diberi nilai 3 karena sistem bekerja otomatis sehingga membantu pengguna dalam proses pengendalian gulma tetapi masih ada sedikit intervensi dari pengguna melalui aplikasi yang sedikit mengurangi *user experience*.

2. Solusi 2:

Untuk solusi ini diberi nilai 3 untuk *low power consumption*, hal ini dikarenakan solusi ini lumayan tidak menggunakan daya yang banyak dalam prosesnya dan bekerja secara otomatis, akan tetapi dengan penggunaan kamera ditambah sensor

sedikit memakin daya dibanding dengan sistem yang menggunakan sensor tunggal, untuk fitur *low cost* diberi nilai 1 karena alat dan bahan pada sistem ini dinilai lumayan besar, hal ini dikarenakan prosesnya terintegrasi AI yang dibantu dengan sistem pemroses khusus yang memiliki harga lebih tinggi. Selanjutnya untuk *development timeline* diberi nilai 5 karena sistem akan ditargetkan siap dalam waktu tidak lebih dari 6 bulan, dan terakhir yaitu fitur *easy to use*, diberi nilai 5 karena proses sendiri bekerja otomatis dengan minim intervensi dari pengguna, pengguna hanya melakukan konfigurasi di awal, lalu setelah itu robot dapat bergerak secara sendiri atau otomatis sampai proses pengendalian gulma selesai, dan juga kemampuan dalam memberikan notifikasi juga membantu pengguna dalam mengoperasikan robot ini.

3. Solusi 3:

Solusi 3 sendiri juga memiliki nilai yang sedikit bervariasi ketika dibandingkan dengan beberapa fitur, pertama bernilai 1 untuk fitur *low power consumption*, walau sistem hanya bekerja dengan sensor tunggal akan tetapi sistem selalu hidup selama proses pendeteksiannya tanpa adanya proses berhenti sehingga menyebabkan pemakaian daya yang lebih besar, selanjutnya diberi nilai 3 untuk fitur *low cost*, dikarenakan menggunakan sensor tunggal dan beberapa alat lain, sistem ini dinilai akan menggunakan cost yang lebih sedikit akan tetapi masih mengeluarkan biaya untuk menutupi kekurangan di bagian power tadi, selanjutnya diberi nilai 5 pada *Development Timeline* karena sistem akan direncanakan siap dalam waktu 6 bulan. Terakhir yaitu fitur *easy to use*, sistem bekerja secara otomatis tanpa adanya intervensi dari pengguna menyebabkan mudahnya penggunaan sistem akan tetapi sedikit mengurangi *user experience* karena sistem akan dirancang sebesar lahan kebun tanaman obat keluarga yang membuat alat sedikit lebih besar oleh karena itu diberi nilai 3.

1.2.4 Solusi Yang Dipilih

Dari analisa solusi yang telah dilakukan dan menggunakan *House Of Quality*, dari ketiga solusi yang diusulkan didapatkan bahwa solusi ke dua yaitu robot pengendalian gulma berbasis AI mendapatkan poin tertinggi yaitu 4.6, ditambah dengan perbandingan dengan proses fitur kedua di mana solusi 2 juga mendapatkan nilai tertinggi yaitu 3.76. Ini sesuai dengan hasil analisa karena dengan solusi ini gulma

dapat di kendalikan secara efisien, bekerja secara *Realtime* dan mampu bekerja secara otomatis

