

PERANCANGAN MODEL ROBOT PELAYAN RESTORAN DENGAN METODE *EUCLIDEAN DISTANCE*

Eti Nurhayati

Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi

Email: adhetty9@yahoo.com

Abstraksi

Penelitian dalam dunia Robotik hingga sekarang sangat pesat perkembangannya, oleh sebab itu manfaat yang bisa diberikan juga semakin banyak. Seperti halnya dalam memberikan manfaat untuk seorang pelayan restoran. Dimana Robot akan melakukan aktivitas seorang pelayan restoran pada sebuah restoran.

Perancangan Robot pelayan restoran ini membutuhkan Gambar yang bisa bergerak agar simulasi Robot yang dihasilkan lebih menarik. Untuk mendesain gambar dibutuhkan software VRML (Virtual Reality Language), sedangkan untuk menampilkan desain gambar tersebut agar bisa bergerak sesuai keinginan perancang Robot dibutuhkan software MATLAB, untuk pengambilan jarak gerak jalan robot menggunakan metode perhitungan Euclidean Distance.

Hasil penelitian ini adalah berupa simulasi dari perancangan Robot Pelayan restoran yang bisa melakukan aktivitas seorang pelayan restoran dalam melakukan aktivitas di restoran, yaitu mengantar makanan pada meja- meja yang ada di dalam restoran dan mengambil piring kotor yang ada di meja pelanggan.

Kata kunci : Perancangan Model Robot, Pelayan Restoran, Vrml, dan Matlab

1. PENDAHULUAN

Kontrol otomatis saat ini memberikan peran yang sangat besar dalam kehidupan manusia, terutama dalam bidang ilmu pengetahuan dan industri. Beberapa di antaranya adalah robot, pengaturan suhu sebuah tangki, pengaturan kelembaban udara dalam sebuah ruangan, tekanan udara dalam suatu pipa tertutup yang dijaga tetap, dan lain-lain. Penguasaan sistem kontrol baik dalam hal teori maupun praktek akan menghasilkan suatu sistem dengan respon yang sesuai dengan kebutuhan. Simulasi komputer adalah visualisasi kuat.

Simulasi komputer adalah visualisasi kuat dan alat yang sangat membantu dalam berbagai bidang ilmu design, Seorang peneliti dapat memeriksa, desain, dan menguji sistem mekanis menggunakan komputer simulasi dan menganalisis persamaan dinamis robot tanpa menggunakan alat komputerisasi adalah sangat membosankan dan rawan kesalahan proses, komunitas riset robotika telah membayar perhatian ke komputer simulasi dalam beberapa tahun terakhir. Ini memegang peranan yang sangat penting peran dalam pemodelan dinamis, mungkin lebih signifikan maka setiap bidang dalam robotika. Mendukung komputer simulasi dengan alat visualisasi dan GUI, sebuah peneliti dapat mensimulasikan operasi robotika sistem secara realistis dekat dengan alam. Sebuah GUI adalah jenis antarmuka pengguna yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan komputer. GUI telah dikembangkan untuk penggunaan komando yang memerlukan perintah untuk diketik pada keyboard. banyak perintah yang tersedia dalam antarmuka baris perintah memerlukan efisiensi parutan dan mengambil waktu lebih dalam rangka harus dipelajari. dirancang dengan GUI memungkinkan pengguna untuk menghilangkan belajar

kompleks perintah bahasa. Pengguna juga dapat mengambil keuntungan dari kemampuan komputer grafis untuk membuat program lebih mudah digunakan. menu dan komponen visual lainnya, di sisi lain tangan, memungkinkan pengguna untuk memindahkan data dari satu aplikasi lain dengan cara yang mudah.

Simulasi membutuhkan bahasa pemrograman tingkat tinggi berbasis pada matriks sering digunakan untuk teknik komputasi numerik, yang digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang melibatkan operasi matematika elemen, matrik, optimasi, aproksimasi dan lain-lain.

Ada banyak simulasi robot dan teori control yang telah diuji cobakan dalam bentuk penelitian, Perkembangan teori kontrol juga diikuti oleh software pendukungnya. Mulai dari software untuk pemrograman sistem, sampai dengan software untuk proses simulasinya. Salah satu software yang dapat dipergunakan untuk simulasi tersebut adalah MatLab dari Mathworks, Inc.

Melihat perkembangan dalam bidang Robotic dan juga simulasi akhir- akhir ini yang semakin hari semakin dilirik semua kalangan, penulis mencoba memikirkan bagaimana membuat satu simulasi yang bisa membantu peran seorang karyawan dalam melakukan tugasnya. dalam dunia bisnis Restoran merupakan salah satu bidang yang cukup banyak diminati, pola kerja karyawan di Restoran pun cenderung teratur, karena ruang lingkup kerjanya hanya di Restoran tersebut. melihat masalah ini, penulis mencoba untuk merancang sistem layanan otomatis yang bisa membantu seorang pelayan Restoran dalam melaksanakan tugas di Restoran yaitu mengantarkan makanan dan mengambil piring kotor yang ada di meja pelanggan restoran.

Untuk membangun sebuah robot asli, sistem simulasi sangat dibutuhkan. Selain dengan alasan butuh waktu untuk menguji alat dan kebutuhan biaya dalam membangun alat, simulasi juga memiliki manfaat yang besar sebelum proses pembuatan alat. Oleh sebab itu penulis membuat Simulasi yang akan merancang robot sebagai pelayan restoran. Adapun beberapa manfaat simulasi robot pelayan restoran ini adalah untuk menciptakan tinjauan sistem sehingga sistem dapat diuji keakuratannya dalam otomatisasi proses, untuk mendapatkan gambaran bagaimana robot melakukan kegiatan mengantarkan makanan, mengambil piring kotor. Selain itu simulasi juga bermanfaat untuk Efisiensi alat sehingga memungkinkan para pembuat alat khususnya robot pelayan restoran untuk menghasilkan alternatif dan menciptakan skema yang lebih baik.

Untuk mempermudah simulasi perancangan model robot pelayan Restoran ini, output dari simulasi ini dihubungkan dengan lingkungan virtual (Virtual Environment) yang dibuat dengan menggunakan VRML (Virtual Reality Modeling Language). Sedangkan untuk menggerakkan objek ini menggunakan MATLAB 2010. Penggunaan metode perhitungan Euclidean Distance untuk menentukan jarak yang akan diambil untuk jalan yang akan ditempuh robot berjalan. Hasil dari pembahasan simulasi ini memperlihatkan perilaku gerak robot mengantar makanan dan mengambil piring kotor di setiap meja.

Telah banyak penelitian dan literatur yang membahas tentang simulasi dengan memanfaatkan VRML dan MATLAB, yaitu seperti pada (Ruihua Ye 2011), (U. Schmucker 2003),(Haslina Arshad 2010)

1.1 Tujuan Penelitian

- a. Membuat simulasi rancangan sistem pelayanan otomatis dalam melakukan tugas mengantar makanan dan mengambil piring kotor di meja customer.
- b. Membuat simulasi rancangan meja, kursi, lantai dan dinding prototype restoran.
- c. Membuat simulasi perancang model robot dalam meletakkan pesanan di meja pelanggan.
- d. Membuat simulasi perancangan robot dalam mengenali meja yang harus di antar makanan.

1.2 Manfaat penelitian

Penelitian diharapkan dapat berguna untuk semua kalangan, karena melihat suatu sistem kemanan sekarang semakin dibutuhkan bagi :

- 1) Perguruan Tinggi
Mengetahui sejauh mana algoritma yang bisa diimplementasikan ke dalam sebuah sistem.
- 2) Ilmu pengetahuan
Salah satu pengembangan bahasa pemrograman.
- 3) Mahasiswa
 - a. Sebagai Contoh implementasi pengembangan aplikasi perangkat lunak yang sudah dipelajari
 - b. Membantu mahasiswa mengenal dan mengembangkan algoritma dan logika serta implementasi dalam sistem.
- 4) Umum
 - a. Sebagai sistem yang bisa digunakan untuk pengembangan *robotic*.
 - b. Sebagai sistem yang bisa dijadikan untuk pandangan dalam pengembangan sistem layanan otomatis yang akan menghasilkan alat yaitu robot dalam bentuk nyata.
- 5) Praktisi

Sebagai gambaran atau simulasi bagi restoran yang akan mengembangkan sistem pelayanan restoran secara otomatis, agar bisa meminimalisasi pekerjaan manusia dalam melayani kustomer di restoran.

Dalam proses pembuatan perancangan model robot pelayan restoran ini, penulis tentu membandingkan dan belajar dari literatur atau penelitian sebelumnya. Untuk itu penulis

mencoba membuat suatu table perbedaan dari peneliti – peneliti sebelumnya. Lebih jelasnya lihat Tabel 1

Table 1 : Tabel Perbandingan dengan peneliti terdahulu

No	Pembahasan	Nama Peneliti			
		Rihua Ye ¹	U chumucker ²	Boom-joo lee ³	Ety *
1	Kasus yang dibahas	Tele-operasi dan Simulasi untuk Desain Robot Baru Bedah	Simulator Virtual Interaktif (IVS) dari robot berkaki enam "Katharina"	Simulator pola berjalan menggunakan simulator 3D dengan Virtual Reality	Perancang a simulasi robot pelayan restoran
2	Metode yang digunakan	diimplementasikan dengan menggunakan antarmuka haptic Phantom	Perhitungan sistem koordinat x, y, z	Algoritma didasarkan pada konvensional 3D-LIPM pendekatan, namun diperpanjang untuk memanipulasi ZMP atas convex hull dari poligon kaki	Euclidean distance dan sistem perhitungan koordinat cartesius
3	Software yang digunakan	MATLAB Simulink dan virtual realitas toolbox	Vrml, 3d max, Matlab	Simulator ini dibangun di Toolbox Virtual Reality dengan MATLAB antarmuka	Vrml, Matlab

Keterangan * = dalam proses penelitian

2. METODE PENELITIAN

Perancangan Model Robot Pelayan Restoran dalam mengantar makanan ke setiap meja menggunakan metode perhitungan Euclidean Distance adalah jarak diantara dua buah obyek atau titik. Euclidean Distance dapat digunakan untuk mengukur kemiripan (matching) sebuah obyek dengan obyek yang lain. Jarak Euclidean antara titik (x_1, y_1) dan (x_2, y_2)

x_1 = koordinat x untuk cluster head

x_2 = koordinat x untuk sensor node

y_1 = koordinat y untuk cluster head

y_2 = koordinat y untuk sensor node

Jarak Euclidean adalah penggunaan paling umum dari jarak. Dalam kebanyakan kasus ketika orang mengatakan tentang jarak, mereka akan mengacu pada jarak

¹ www. Cadanda.com/ Ruihua Ye. *Tele-operation and Simulation for a New Surgical Robot Design*. 2011. Hongkong.

² U. Schmucker. Virtual Simulator (IVS) of six-Legged Robot "katharina". 2003. Magdeburg Germany.

³ Bum-Joo Lee. *Walking Pattern Simulation based on Virtual Reality Toolbox*. Hongkong.

Euclidean. Jarak Euclidean atau hanya 'jarak' meneliti akar perbedaan antara koordinat sepasang benda.

$$\text{Rumus : } d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

Contoh

Titik A memiliki koordinat (0, 3, 4, 5) dan titik B memiliki koordinat (7, 6, 3, -1)

$$\begin{aligned} d_{BA} &= \sqrt{(0-7)^2 + (3-6)^2 + (4-3)^2 + (5+1)^2} \\ &= \sqrt{49+9+1+36} = 9.747 \end{aligned}$$

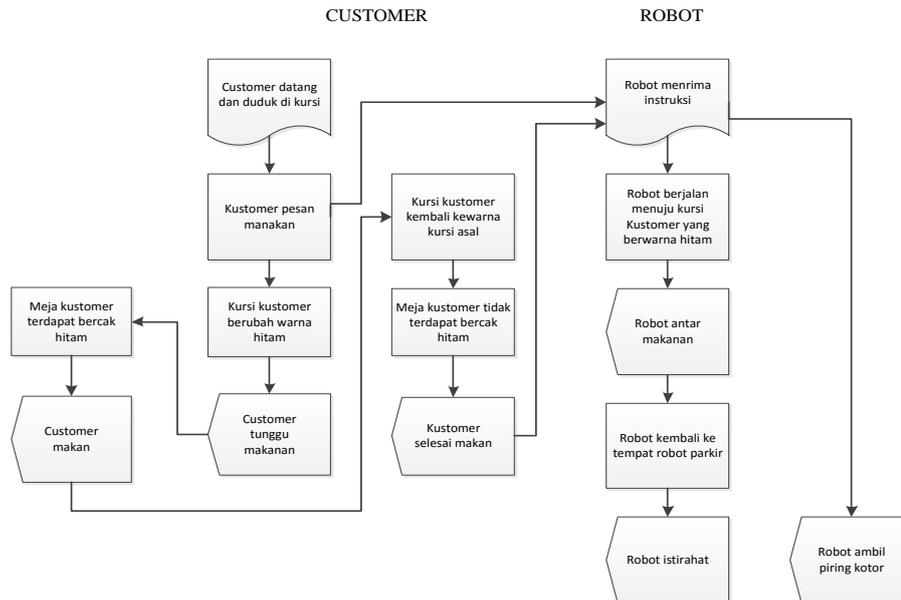
Dalam perancangan struktur perangkat lunak, ditentukan beberapa kategori yang akan ditampilkan. Kategori tersebut dimaksudkan untuk mempermudah dalam mendesain perancangan model robot pelayan restoran, sehingga apa yang akan ditampilkan dapat terdefinisi dengan baik dan jelas.



Gambar 1 Diagram Rancangan Struktur Program

Pada Gambar 1 menjelaskan animasi didesain menggunakan VrmI versi 2.0 dengan local to world transform yaitu objek yang dibangun dengan memakai system koordinat lokal sebagai referensinya. kemudian akan melalui proses Pemanggilan Objek gambar dari VRML kemudian Menampilkan gambar menggunakan Matlab 2010.

Skenario deskripsi sistem dijelaskan dalam bentuk bagan alir sistem (*Flowchart System*) Flowchart sistem menjelaskan apa yang dikerjakan dalam sistem secara keseluruhan dan menjelaskan urutan dari prosedur – prosedur yang ada dalam sistem. Berikut bagan alir sistem pada sistem perancangan robot pelayan restoran:

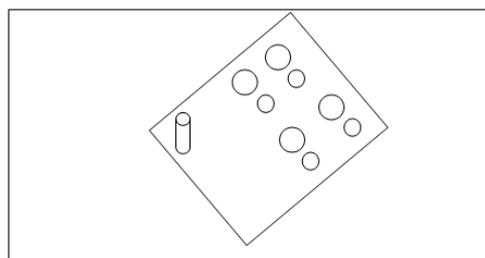


Gambar 2 : Flowchart Sistem

Gambar 2 merupakan flowchart sistem yang menjelaskan secara keseluruhan apa yang dikerjakan dalam sisitem. Kustomer datang ke restoran dan menempati salah satu kursi dan memesan makanan, sistem akan melakukan pendefinisian yaitu kursi berubah warna hitam. Dari proses tersebut dapat diartikan kustomer sedang menunggu pesanan. Robot akan menerima instruksi dari perubahan warna kursi dan melayani meja tersebut, untuk mengantar makanan. Ketika kustomer makan maka meja customer terdapat bercak hitam, begitu juga robot akan menunggu instruksi selanjutnya.

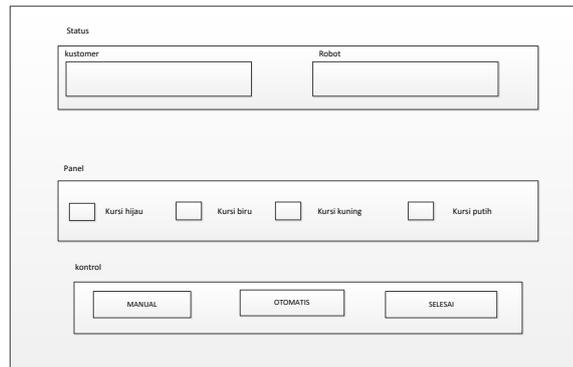
Kustomer selesai makan didefinisikan oleh sistem ketika kursi kustomer kembali ke warna asal, dan robot akan menerima instruksi dan berjalan menuju kursi tersebut dan mengambil piring kotor. Kondisi meja kustomer juga tidak terdapat bercak hitam.

Perancangan antarmuka terbagi atas dua bagian, yaitu tampilan utama dan tampilan kontrol robot, tampilan utama merupakan tampilan yang menampilkan gerak robot dilihat dari sisi user secara langsung. Sedangkan tampilan kontrol robot merupakan tampilan yang menampilkan penjelasan secara real aktivitas robot. Gambar perancangan tampilan utama bisa dilihat pada gambar 3



Gambar 3 : Perancangan tampilan utama

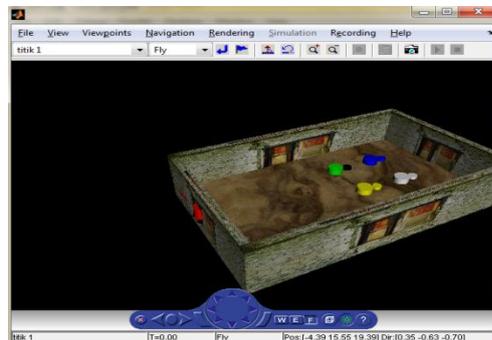
Untuk melihat status robot yang sedang melakukan tugas dalam mengantar makanan ke setiap meja, dapat dilihat dalam tampilan kontrol robot yang dirancang dengan fasilitas GUI dalam Matlab. Fungsi tampilan kontrol robot adalah yang mencatat setiap aktivitas robot dan customer, sebagai contoh ketik status customer sedang makan maka status robot istirahat. Rancangan tampilan kontrol robot bisa dilihat pada gambar 4



Gambar 4 : Rancangan tampilan kontrol robot

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian implementasi sistem akan meliputi pembahasan tentang antarmuka perancangan model robot pelayan restoran dengan metode euclidean distance.



Gambar 5: Tampilan utama kustomer pesan makanan

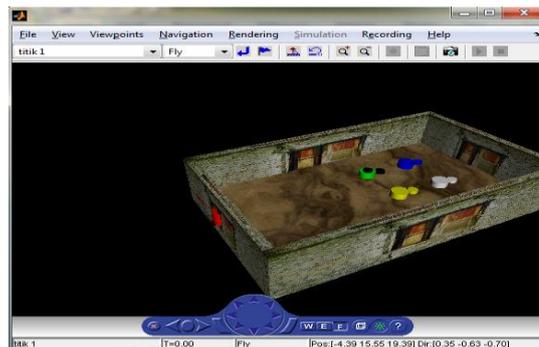
Gambar 5 menunjukkan robot sedang menuju meja hijau, karena kursi pada meja hijau berubah menjadi warna hitam, robot akan menuju meja tersebut karena robot akan mengetahui bahwa meja tersebut yang harus dilayani untuk diantar makanan.

Robot akan mengantar makanan ketika field edit2 yaitu status pada robot bernilai string “antar makanan”. Roda robot akan berotasi pada 78 titik koordinat yaitu = 180 derajat. Vrdrawnow dalam script difungsikan untuk menghentikan gerak robot vrdrawnow pause robot akan berhenti sejenak.



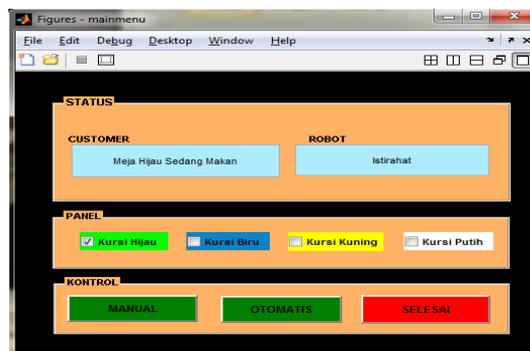
Gambar 6 : Tampilan kontrol robot mengantar makanan

Gambar 6 menunjukkan bahwa robot sedang melakukan gerakan berjalan menuju meja hijau dan akan mengantar makanan ke meja tersebut. Tampilan kontrol robot ini merupakan keterangan aktivitas yang sedang dijalankan robot. Jika state (x) atau warna bernilai 1 maka itu akan menunjukkan meja yang akan dilayani robot meja pertama yaitu meja hijau dan checkbox yang ada pada panel kontrol robot bernilai 1, dan checkbox akan bernilai value 1.



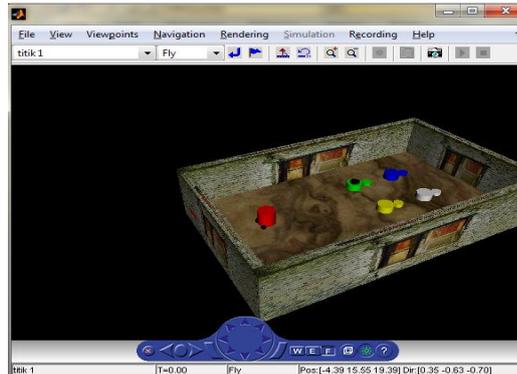
Gambar 7 : Tampilan Utama customer sedang makan

Gambar 7 menunjukkan pelanggan yang ada di meja hijau sedang makan dan kursi akan tetap berwarna hitam, sedangkan robot akan tetap menunggu pekerjaan selanjutnya sampai meja hijau berubah warna lagi menjadi hijau kembali. Script yang digunakan ketika kustomer sedang makan, jika state (1) yaitu warna sama dengan dua maka edit1(status kustomer) bernilai string “meja hijau sedang makan”.



Gambar 8 : Tampilan kontrol robot sedang istirahat

Gambar 8 merupakan tampilan kontrol robot ketika customer di meja hijau sedang makan, maka status customer meja hijau sedang makan , dan status manajemen atau robot istirahat. Script yang digunakan untuk menunjukkan status robot sedang istirahat adalah jika edit2 (nilai kontrol robot) bernilai string “istirahat”.



Gambar 9 : Tampilan utama customer selesai makan

Gambar 9 merupakan gambar tampilan yang menunjukkan pelanggan yang duduk di meja hijau telah selesai makan, robot akan langsung menuju meja tersebut. Karena warna kursi meja hijau kembali menjadi hijau, dan robot mengenali bahwa meja hijau telah selesai makan. Script untuk mengeksekusi atau untuk menunjukkan customer selesai makan adalah jika case tiga diambil contoh meja hijau pada edit1(kontrol customer bernilai string “meja hijau selesai makan”.



Gambar 10 : Tampilan kontrol robot mengambil piring kotor

Gambar 10 merupakan gambar tampilan kontrol robot yang menunjukkan status robot sedang melakukan pekerjaan mengambil piring kotor di meja hijau karena customer di meja hijau telah selesai makan. Script yang digunakan untuk menunjukkan status robot mengambil piring kotor adalah jika edit2 (nilai kontrol robot) bernilai string “Ambil piring kotor”.

3.1 Kuesioner

Kuesioner merupakan metode pengumpulan informasi tentang tanggapan atau respon pada objek penelitian dengan diimplementasikan ke dalam bentuk pertanyaan. Penyusunan kuesioner dilakukan dengan harapan dapat mengetahui kekurangan serta saran apa saja yang menurut responden merupakan hal yang penting. Tujuan penyusunan kuesioner adalah untuk memperbaiki bagian-bagian yang dianggap kurang tepat atau masih kurang dalam sistem.

Kuesioner ini diisi sekitar 20 orang responden yaitu terdiri dari karyawan Phuket Resto, Mahasiswa/Mahasiswi dan karyawan umum. Pertanyaan - pertanyaan yang diajukan dalam kuesioner adalah sebagai berikut :

1. User menyukai tampilan sistem
2. Perancangan menggambarkan suasana dalam restoran secara prototype
3. User bisa memahami gambar animasi yang ada dalam tampilan, yaitu fungsi gambar objek.
4. Simulasi bisa memberikan gambaran bagaimana robot bekerja ketika memberikan pelayanan pada customer
5. Sistem bermanfaat bagi restoran yang sedang berkembang, karena bisa memberikan gambaran manfaat pelayanan otomatis untuk restoran.
6. Animasi objek- objek yang digunakan menggambarkan objek yang digunakan di restoran.

Adakah saran yang dapat diberikan untuk pengembangan perancangan model robot pelayan restoran?

Saran yang didapatkan melalui questioner adalah sebaiknya buat alat yang benar – benar bisa menjadi pelayan restoran.

Aspek penilaian sebagai berikut :

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| a. SS = Sangat Setuju | c. KS = Kurang Setuju |
| b. S = Setuju | d. TS = Tidak Setuju |

3.2 Hasil Kuesioner

Dari pertanyaan - pertanyaan yang diajukan dalam kuesioner maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 2 Rekapitulasi Hasil Kuisoner

NO	PERTANYAAN	SS	S	KS	TS	TOTAL
1	User menyukai tampilan sistem	6	9	4	1	20
2	Perancangan menggambarkan suasana dalam restoran secara prototype	12	8	0	0	20
3	User bisa memahami gambar animasi yang ada dalam tampilan, yaitu fungsi gambar objek.	4	9	4	3	20

4	Simulasi bisa memberikan gambaran bagaimana robot bekerja ketika memberikan pelayanan pada customer	10	10	0	0	20
5	Sistem bermanfaat bagi restoran yang sedang berkembang, karena bisa memberikan gambaran manfaat pelayanan otomatis untuk restoran.	8	12	0	0	20
6	Animasi objek- objek yang digunakan menggambarkan objek yang digunakan di restoran.	10	8	1	1	20
TOTAL		50	56	9	5	120
PRESENTASE (%)		41,6 7	46,6 7	7,5	4,16	100

Analisa hasil pengujian melalui 20 kuesioner yang telah disebarakan dengan 6 pertanyaan tertutup, hasil perhitungan prosentase total pilihan kategori sangat setuju adalah 41,67%, kategori setuju 46,67%, kategori kurang setuju 7,5%, dan kategori tidak setuju 4,16%. Dari hasil pengujian melalui perhitungan prosentase kuesioner tersebut dapat disimpulkan bahwa simulasi ini layak untuk digunakan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari analisa yang telah dilakukan pada rancangan model robot pelayan restoran dengan metode Euclidean Distance dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah dihasilkan perancangan simulasi model robot pelayan restoran melakukan pekerjaan seorang pelayan restoran yaitu mengantar makanan ke meja customer dan mengambil piring kotor di meja customer yang telah selesai makan.
2. Dalam melaksanakan tugas sebagai pelayan restoran pada rancangan model robot ini, robot bisa melihat atau mengenali meja yang mana yang memesan makanan dan harus dilayani dengan cara mengenali perubahan warna pada kursi. Jika customer pesan makanan kursi customer berwarna hitam dan robot akan melayani meja tersebut.
3. Simulasi robot ketika meletakkan piring di meja customer ditandai dengan di atas meja customer yang dilayani robot terdapat bercak hitam. Robot akan mengambil piring kotor yang sudah selesai dipakai pelanggan yaitu ditandai dengan meja yang telah diambil piring kotor tidak terdapat bercak hitam lagi. Meja akan terlihat bersih yaitu kembali ke warna asal.

4.2 Saran

1. Tampilan Sistem masih perlu dikembangkan agar lebih menarik.

2. Gambar animasi yang digunakan dalam sistem masih minimal, oleh sebab itu masih perlu dikembangkan lagi dalam pembuatan gambar, agar dapat menggambarkan suasana dalam sebuah restoran.
3. Objek yang digunakan untuk menggambarkan fasilitas yang ada dalam sebuah restoran masih kurang. Oleh sebab itu perlu pengembangan penggunaan objek yang bisa menggambarkan selayaknya kursi, meja dan objek lainnya secara nyata.
4. Sistem bisa ditambahkan efek suara agar sistem simulasi lebih terlihat hidup dan lebih cepat dipahami.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arhami, Muhammad, S.Si,M.Kom dan Desiani Anita, S.Si, M.Kom. 2005.*pemrograman MATLAB*.Andi.Yogyakarta
- Bum-Joo Lee. *Walking Pattern Simulation based on Virtual Reality Toolbox*.Hongkong. akses tanggal 2 september 2012
- Budiharto,Widodo. 2006. *Robotika Teori dan Implementasi*. Andi. Yogyakarta
- Desiani, Anita. Arhami, Muhammad. 2006. *Konsep kecerdasan Buatan*. Andi. Yogyakarta
- Hasan, Talib Hashim. 2005. Belajar Sendiri Dasar- Dasar Pemrograman MATLAB.Gava Media. Yogyakarta
- McLeod, Raymond, *Management Information System*, 7th ed., Prentice Hall, New Jersey, 1998.
- McNurlin, Barbara C.; Sparague, Ralph H Jr., *Information Systems Management in Practice*, 4th ed., Prentice Hall, New Jersey, 1998.
- Nalwan, Andi. 2006. *Teknik Rancang Bangun Robot*. Andi. Yogyakarta
- Pitowarno, Endra. 2006. *Robotika Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan*. Andi.Yogyakarta
- Soesianto,F & Dwijono, Djoni. 2006. *Logika Matematika Untuk Ilmu Komputer*. Andi. Yogyakarta
- Diagram Alir Siste. <http://fairuzelsaid.wordpress.com> (akses 18 februari 2013)
- U. Schmucker. Virtual Simulator (IVS) of six-Legged Robot “katharina”. 2003.Magdeburg Germany. Akses tanggal 2 september 2012
- www. Cadanda.com/ Ruihua Ye. *Tele-operation and Simulation for a New Surgical Robot Design*.2011. Hongkong. Akses tanggal 2 september 2012
- Zlajpah, Leon. (2008) Simulation in robotics, Mathematics and Computers in Simulation, 79, 879–897 akses tanggal 10 juli 2012