

PEMASANGAN SENSOR GELOMBANG ULTRASONIK UNTUK APLIKASI ROBOT ANTI-BENTUR

Masturi, Sujarwata
Jurusan Fisika, Universitas Negeri Semarang
E-mail : sjarwot@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah mobil robot dan teknik pemasangan sensor gelombang ultrasonik untuk menghindari benturan. Teknik pemasangan sensor meliputi jarak sensor penerima ke pemancar gelombang ultrasonik dan panjang loop yang digunakan. Mengatur gerakan mobil robot secara otomatis dapat menghindari benturan dengan objek yang ada di depannya. Sistem otomasi pengaturannya menggunakan perangkat keras mikrokontroler Basic Stamp BS2SX buatan Parallax Inc Amerika, berupa IC PIC16C65 yang beroperasi pada tegangan 5 volt DC. Sedangkan perangkat lunaknya menggunakan bahasa pemrograman Pbasic. Program ditulis pada Basic Stamp Editor yang sudah diinstallkan pada PC, kemudian didownload ke EEPROM. Proses download program otomatis menghapus program sebelumnya sehingga program terakhir yang akan dieksekusi. Sensor gelombang ultrasonik yang digunakan dapat mendeteksi jarak objek terjauh 85 cm, sedangkan objek terdekat adalah 0,5 cm. Panjang loop yang dipasang pada mobil robot adalah 2 cm dan jarak antara transduser satu dengan yang lainnya 1,5 cm. Panjang loop yang dipasang pada mobil robot mempengaruhi jarak objek yang dapat dideteksi.

Kata kunci: sensor ultrasonic, Basic Stamp BS2SX, EEPROM, robot anti-bentur,.

A. Pendahuluan

Dunia robotika pada saat ini berkembang dengan sangat pesat, misalnya saja robot Asimo produksi Honda yang dapat bergerak menyerupai manusia. Sekarang semua pun berlomba-lomba untuk menciptakan robot yang lebih baik yang dapat bekerja membantu manusia. Untuk mengendalikan sebuah robot ditanamkan sebuah *microcontroller* atau mikroprocessor sebagai otak dari robot tersebut. Seiring tugas dan fungsi

robot tersebut, fungsi dari mikrokontroler pun akan semakin rumit.

Dengan semakin maraknya pengembangan sistem robotik di dalam dan di luar negeri, kami justru melihat bahwa penelitian mengenai sistem robotik ini sangat penting dan perlu di kaji secara mendalam. Pada sisi yang lain kurangnya penelitian mengenai robot yang memadai dan pengembangan penelitian lebih lanjut. Sebagai peneliti yang tertarik pada bidang robot beroda, maka perlu ada pihak yang memulai untuk mengembangkannya atau

mengangkat topik penelitian tentang sistem robotika.

Masalah yang muncul pada sistem robotik ini adalah bagaimana cara merakit dan memasang sensor yang tepat sehingga robot dapat melakukan gerakan sesuai dengan perintah. Pemasangan sensor sebagai pengindra robot memerlukan teknik tersendiri dengan memperhatikan karakteristik, posisi sensor dan objek yang dideteksi. Sebagai contoh pemasangan sensor gelombang ultrasonik pada robot beroda harus mengetahui spesifikasi sensor, meletakkan sensor dan posisi objek yang dideteksi.

Dalam penelitian ini yang akan diteliti dan dikembangkan adalah *wheeled robot* (robot beroda/mobil robot) yang dilengkapi dengan sensor ultrasonik untuk mendeteksi objek dan menghindari benturan; dan merakit robot beroda sehingga terbentuknya robot yang lengkap dan siap bergerak sesuai dengan perintah.

Robot beroda bergerak aktif secara terkendali pada lintasan tertentu dikarenakan adanya penggerak dengan sistem pengaturannya. Oleh karena itu perlu memahami bidang ilmu yang berkaitan dengan robot secara keseluruhan. Adapun bidang ilmu tersebut adalah: a) kinematika merupakan bidang ilmu yang mempelajari geometri gerakan robot dengan tidak

memperhatikan gaya pada robot, b) dinamika merupakan bidang ilmu yang mempelajari tentang gaya sebagai penyebab robot beroda dapat bergerak, c) sistem pengendali (*Control System*) merupakan bidang ilmu yang mempelajari cara agar robot bergerak secara terkendali, d) sensor bidang ilmu diperlukan agar robot dapat mengindra apa yang terjadi pada dirinya dan lingkungannya, e) navigasi merupakan bidang ilmu yang diperlukan terutama untuk mobil robot agar dapat menentukan arah jalannya sehingga dapat tiba ditempat tujuan dengan posisi orientasi yang benar, dan f) komputer, di mana bidang ilmu ini perlu dikuasai karena komponen yang menjadikan otak dalam melakukan aktivitas dari 5 elemen diatas.

Dari bidang ilmu tersebut, kata kunci yang mendasari dunia robotika adalah sistem pengaturan. Sebab robot pada akhirnya harus bergerak secara terkendali untuk menuju posisi yang telah ditentukan, baik itu dikontrol oleh manusia, oleh dirinya sendiri maupun dikontrol oleh robot lainnya.

Salah satu alasan penggunaan gelombang ultrasonik adalah mempunyai panjang gelombang yang pendek, difraksi lebih kecil dan berkas gelombang lebih tidak menyebar, sehingga benda yang

lebih kecil dapat terdeteksi (Alonso, 1992). Jika panjang gelombang ultrasonik lebih kecil dari ukuran benda yang menghalangi rambat gelombang, maka benda akan memantulkan bagian yang cukup besar dari gelombang. Benda yang berukuran paling kecil yang dapat dideteksi adalah dalam orde panjang gelombang yang digunakan (Tjia, 1994). Dengan memanfaatkan frekuensi gelombang ultrasonik yang lebih tinggi, maka benda yang berukuran lebih kecil dapat terdeteksi.

Di samping itu dalam memilih jenis mikrokontroler yang akan digunakan sering kurang tepat sehingga mengalami kesulitan dalam menyusun program pengendalinya. Untuk mengatasi hal demikian dapat digunakan mikrokontroler Basic Stamp dengan bahasa pemrograman Pbasic yang relatif sederhana, bahkan dapat menghindari algoritma rumit. Mikrokontroler ini keluarannya sudah dalam bentuk data digital sehingga tidak lagi memerlukan interface. Dalam mikrokontroler juga dilengkapi dengan *intepreter* yang secara otomatis menunjuk register tertentu, dengan demikian akan memudahkan pengguna. Perintah dengan bahasa sederhana dan ditulis langsung ke bentuk desimal, tidak perlu mengubahnya ke bentuk biner.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak untuk merakit sebuah mobil robot yang dapat bergerak secara otomatis dan dapat menghindari benturan penghalang di depannya. Adapun perangkat keras yang digunakan adalah sebagai berikut : Mikrokontroler Basic Stamp BS2SX, motor servo DC, pemancar gelombang ultrasonik, penerima gelombang ultrasonik, PCB dan mobil robot (Paul & Malvino, 1983). Sedangkan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: merancang sistem pengendali pada mobil beroda agar dapat memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan, menyusun program agar mobil robot dapat bergerak sesuai dengan perintah dan dapat menghindari penghalang, pemrograman mikrokontroler dan pemrograman robotika.

Untuk menulis program, digunakan Basic Stamp Editor yang sudah *diinstall* sebelumnya pada PC. Setelah menulis program, PC dihubungkan dengan *Basic Stamp Microcontroller*. Mikrokontroler Basic Stamp ini harus dihubungkan dengan *battery supply*. Tekan Run pada Basic Stamp Editor untuk proses *download* program ke EEPROM. Proses

download program otomatis menghapus program yang ada sebelumnya dan mikrokontroler akan mengeksekusi program yang terakhir.

Ketentuan pemrograman adalah sebagai berikut: program yang telah ditulis dalam Basic Stamp Editor kemudian disimpan dalam format *BS2SX, selanjutnya program yang telah disimpan dalam format *BS2SX akan diubah selama proses *download* ke dalam format biner yang dapat dibaca oleh mikrokontroler menggunakan interpreter yang ada pada *Basic Stamp*, komentar “Tokenized is successfully“ akan muncul bila *program Pbasic* telah berhasil. Untuk reprogram Basic Stamp hanya dengan menghubungkan PC, kemudian dijalankan Basic Stamp Editor, selanjutnya tekan Alt-R atau RUN (Corr, 1993).

Langkah-langkah dalam penelitian mobil robot, meliputi :pengumpulan bahan dan alat, merencanakan pengendali motor servo agar dapat dikendalikan, merakit robot beroda, disain PCB untuk sensor ultrasonik, memasang sensor pada robot beroda agar dapat dikendalikan sesuai kebutuhan dan akhirnya pengujian pada mobil robot.

C. Hasil Dan Pembahasan

Gelombang ultrasonik yang digunakan untuk pengukuran adalah gelombang dengan frekuensi 50 kHz. Jika cepat rambat gelombang bunyi (v) adalah 332 m/s (Tjia, 1994), maka panjang gelombang (λ) dapat dihitung (Giancolli, 2001):

$$\begin{aligned}\lambda &= v/f = 332 / 50.10^3 \\ &= 0,64 \text{ mm}\end{aligned}$$

Panjang gelombang menentukan ukuran objek terkecil yang dapat terdeteksi oleh sensor gelombang ultrasonik (Tjia, 1994). Dengan demikian, semakin besar frekuensi yang digunakan semakin kecil ukuran objek yang dapat dideteksi. Sedangkan jarak antara penerima dan pemancar gelombang ultrasonik menentukan jarak terjauh objek yang dapat dideteksi oleh sensor gelombang ultrasonik.

Hasil pengujian sensor ultrasonik dengan beberapa variabel dapat ditampilkan dalam Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 1. Pengaruh jarak R ke T dipasang secara horisontal terhadap objek terdeteksi

No	Jarak antara R dan T	Jarak maksimum Objek terdeteksi (cm)	Posisi Objek (derajat)
----	----------------------	--------------------------------------	-------------------------

1	0,5	36	90
		27	60
		9	45
		7,5	30
		Tak terdeteksi	Kurang dari 30
2	1,5	21	90
		8	60
		5	45
		Tak terdeteksi	Kurang dari 30
3	2,5	19	90
		7	60
		Tak terdeteksi	Kurang dari 45

Tabel 2. Pengaruh jarak R ke T dipasang secara vertikal terhadap objek Terdeteksi

No	Jarak antara R dan T	Jarak maksimum Objek terdeteksi (cm)	Posisi Objek (derajat)
1	0,5	30	90
		13,5	60
		9	45
		7,5	30
		Tak terdeteksi	Kurang dari 30
2	1,5	30	90
		5,5	60
		Tak terdeteksi	Kurang dari 60
3	2,5	25	90
		Tak terdeteksi	Kurang dari 90

Tabel 3. Pengaruh panjang loop yang dipasang secara horisontal terhadap kepekaan sensor

No	Panjang loop (cm)	Jarak antara T dan R (cm)	Jarak maksimum objek terdeteksi (cm)	Jarak maksimum objek terdeteksi (cm)
1	2	3,5	47	2,5
2	2,5	3,5	51	3
3	3	3,5	57	3,5
4	3,5	3,5	70	4

Tabel 4. Pengaruh panjang loop yang dipasang secara vertikal terhadap kepekaan sensor

No	Panjang loop (cm)	Jarak antara T dan R (cm)	Jarak maksimum objek terdeteksi (cm)	Jarak maksimum objek terdeteksi (cm)
----	-------------------	---------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------

1	2	3,5	25	2,5
2	2,5	3,5	27	3
3	3	3,5	28	3,5
4	3,5	3,5	28,5	4

Sedangkan untuk hubungan antara jumlah pulsa yang diinputkan dengan jarak yang ditempuh oleh mobil robot bergerak maju dan jumlah pulsa yang

diinputkan dengan sudut belok mobil robot ditampilkan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 5. Hubungan jumlah pulsa dengan jarak yang ditempuh

Jumlah pulsa servo kanan	Jumlah pulsa servo kiri	Periode	Jumlah putaran	Waktu (s)	Kecepatan (cm/s)	Jarak yang ditempuh (cm)
1500	1750	1000	15,25	23,5	12,23	287,41
1500	1750	500	7,75	12	12,17	146,01
1500	1750	100	1,50	2,4	11,78	18,84
1500	1750	50	0,75	1,3	10,87	14,13

Tabel 6. Hubungan jumlah pulsa dengan sudut belok

Jumlah pulsa servo kanan	Jumlah pulsa servo kiri	Periode	Sudut belok (derajat)	Keterangan
1650	1600	100	0	Diam
1675	1800	50	10	Belok kanan
1700	2000	50	60	Belok kanan
1650	1700	100	90	Belok kanan
1750	1700	100	180	Belok kanan
1750	2000	100	270	Belok kanan
1750	1600	100	90	Belok kiri
1550	1500	100	180	Belok kiri
1600	1400	100	270	Belok kiri

Pengujian ini bertujuan untuk meneliti pengaruh jarak antara penerima ke pemancar terhadap jarak objek yang dapat terdeteksi oleh sensor. Posisi objek diukur dari arah penerima ke objek. Hasil pengujian pada Tabel 1 dan Tabel 2. Sedangkan pada Tabel 3 dan Tabel 4

adalah pengujian untuk mengamati perbedaan pemasangan sensor ultrasonik secara vertikal dan horisontal terhadap jarak objek yang dapat terdeteksi. Panjang loop bervariasi dari 2 cm sampai 3,5 cm. Semakin panjang loop yang digunakan objek yang dapat terdeteksi oleh sensor

semakin jauh. Pada pengujian ini digunakan ukuran objek dan jarak antara pemancar dan penerima gelombang ultrasonik sama. Dari hasil pengujian didapatkan hasil sebagai berikut: ukuran objek terkecil yang dapat dideteksi adalah 0,7 mm pada jarak 8 cm, jarak terdekat objek dari mobil robot yang dapat dideteksi adalah 0,5 cm, sedangkan jarak terjauh 85 cm, objek yang membentuk sudut 0° sampai dengan 90° dapat terdeteksi, jika ukuran objek lebih besar dari 0,64 mm dan pemasangan loop pada transduser penerima akan menyebabkan penerima hanya akan menerima gelombang pantul saja.

Dari Tabel 5 dan Tabel 6 terlihat bahwa roda kiri pada kondisi diam, jika jumlah pulsa yang diberikan adalah 1600 pulsa. Sedangkan untuk memutar roda searah jarum jam, maka jumlah pulsa yang diinputkan harus lebih kecil dari 1600 pulsa. Untuk putaran rode berlawanan jarum jam, maka jumlah pulsa yang diinputkan harus lebih besar dari 1600 pulsa.

Roda kanan pada kondisi diam jumlah pulsa yang harus diberikan adalah 1650. Untuk putaran searah dengan arah jarum, maka jumlah pulsa yang harus diinputkan lebih kecil 1650 pulsa. Sedangkan untuk berlawanan dengan arah

jarum jam, maka jumlah pulsa yang harus diinputkan lebih besar 1650 pulsa.

Dari hasil uji coba di atas dapat diaplikasikan untuk menggerakkan robot beroda, adalah sebagai berikut :gerakan maju roda kiri diberikan jumlah pulsa >1600 pulsa dan roda kanan diberikan jumlah pulsa <1650 pulsa, gerakan mundur, roda kiri diberikan jumlah pulsa <1600 pulsa dan roda kanan diberikan jumlah pulsa >1650 pulsa, belok kanan,roda kiri diberikan jumlah pulsa >1600 pulsa dan roda kanan diberikan jumlah pulsa = 1650 pulsa, belok kiri, roda kiri diberikan jumlah pulsa = 1600 pulsa dan roda kanan diberikan jumlah pulsa <1650 pulsa.

Hasil pengujian di atas dapat diterapkan pada gerakan mobil robot untuk menghindari benturan. Untuk menghindari benturan dengan objek ada beberapa cara, antara lain menghindari benturan dengan melakukan gerakan mundur terlebih dahulu, kemudian membelok, menghindari benturan dengan mengurangi kecepatan terlebih dahulu, kemudian membelok.

Objek tidak dapat terdeteksi dengan baik oleh sensor ultrasonik disebabkan oleh beberapa kemungkinan, antara lain: ukuran dan bentuk objek, posisi objek dan cara pemasangan sensor ultrasonik. Oleh

karena itu, pada saat memasang sensor gelombang ultrasonik pada mobil robot perlu diperhatikan letaknya.

Sebaliknya juga bisa terjadi, sensor penerima gelombang ultrasonik menerima gelombang bukan gelombang pantul dari objek sehingga merespon walaupun tidak ada objek. Hal ini terjadi karena sensor gelombang ultrasonik menerima gelombang yang diteruskan dari pemancar gelombang ultrasonik. Keadaan ini dapat diatasi dengan memasang *loop* (selongsong) pada sensor gelombang ultrasonik sehingga penerima hanya akan menerima gelombang pantul saja.

D. Penutup

Sifat sensor ultrasonik yang dapat memancarkan dan menerima pantulan gelombang ultrasonik dapat digunakan untuk mendeteksi benda. Agar pantulan gelombang ultrasonik dari objek dapat mengenai penerima, maka perlu diatur posisi antara sensor penerima maupun pemancar. Dengan penempatan sensor ultrasonik secara tepat, maka benda yang dideteksi dapat dibedakan dan diketahui posisinya.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa semakin dekat jarak antara sensor penerima dan pemancar gelombang ultrasonik semakin jauh objek

yang dapat dideteksi, pemasangan sensor ultrasonik pada robot beroda secara vertikal atau horisontal akan mempengaruhi jarak objek yang dapat dideteksi, panjang loop yang dipasang pada sensor ultrasonik akan mempengaruhi jarak objek yang dapat dideteksi, sensor ultrasonik yang digunakan dapat mendeteksi jarak obyek terjauh 85 cm, sedangkan jarak terdekat 0,5 cm, panjang gelombang ultrasonik mempengaruhi ukuran objek terkecil yang dapat dideteksi sensor dan anjang loop yang di pasang pada robot beroda 2 cm jarak antara transduser satu dengan yang lainnya 1,5 cm.

E. Penghargaan

Terima kasih disampaikan kepada Dekan Fakultas FMIPA yang telah membiayai penelitian ini melalui pendanaan PNBPFMIPA.

F. Daftar Pustaka

- Corr, J. J. 1993. *N Sors, Transducers, and Supporting Circuit For Electronics Instrumentation Measurement and Control*. Prentice. Hall. Inc. Englewood Cliffs. New Jersey 07632.USA.
- Giancolli, D. C. 2001. *Fisika. Edisi Kelima*. Erlangga. Jakarta.
- Tjia, M. O. 1994. *Gelombang*. Solo: Dabara Publishers.
- Marcelo Alonso.1992. *Dasar-dasar Fisika Universitas*. Erlangga: Jakarta.
- Paul, A., & Malvino. 1983. *Basic Elektronik A Text-Lab Manual*. Fifth

Edition. New York: McGraw-Hill

Book

Company.