

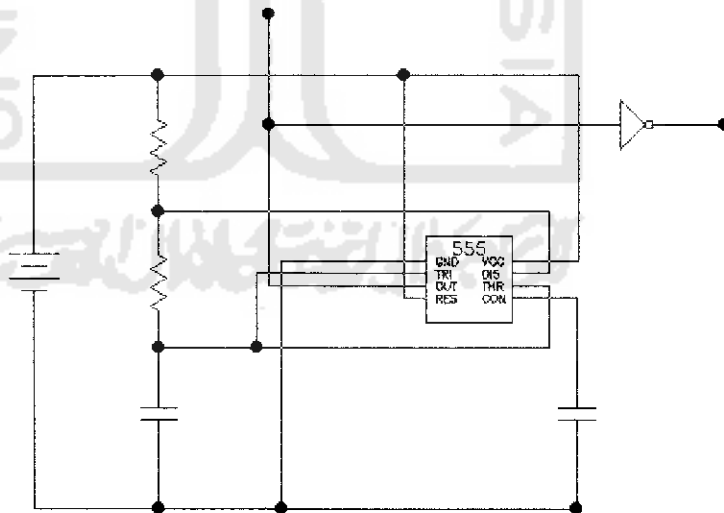
BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

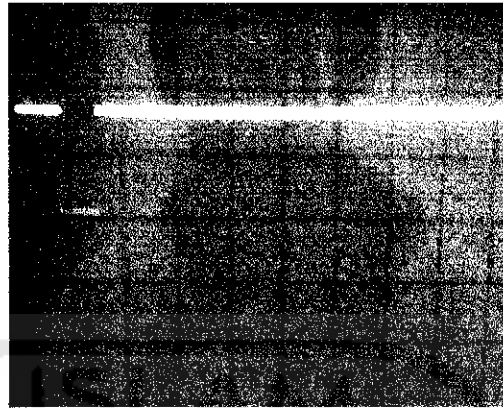
4.1. Hasil Pengamatan Bagian Sistem

Pengujian dan analisa terhadap alat yang dibuat meliputi pengujian pada bagian : *transmitter, receiver* termasuk pengujian rangkaian *op-amp, comparator* (pembanding), *detector, time measurement gate circuit* (rangkaian gerbang pengukur waktu), osilator jumlah pulsa, *counter, decoder* dan *display seven segment*.

4.1.1. Rangkaian Osilator IC1 NE555



Gambar 4.1. Titik pengukuran rangkaian osilator IC1 NE555



Gambar 4.2. Tampilan sinyal osiloskop pada titik pengamatan (point 1)

IC 1 NE555 pada gambar 4.1 digunakan sebagai pembangkit gelombang kotak yang berfungsi sebagai sinyal pemodulasi.

Dari gambar sinyal 4.2 diketahui:

$$\text{Time/Dive} = 0,1 \text{ ms}$$

$$\text{Volt/Dive} = 5 \text{ Volt}$$

$$\begin{aligned} \text{Periode sinyal } T &= \text{Time/Dive} \times \text{lebar pulsa} \\ &= 0,1 \times 0,6 \end{aligned}$$

$$= 0,06 \text{ ms}$$

$$\text{Frekuensi sinyal } f = 1 / T$$

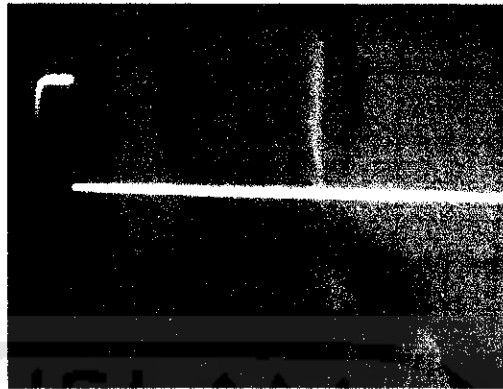
$$= 1 / 0,06$$

$$= 16,7 \text{ KHz}$$

$$\text{Tegangan Puncak ke Puncak } V_{pp} = \text{Volt/Dive} \times \text{tinggi pulsa}$$

$$= 5 \times 1,8$$

$$= 9 \text{ Volt}$$

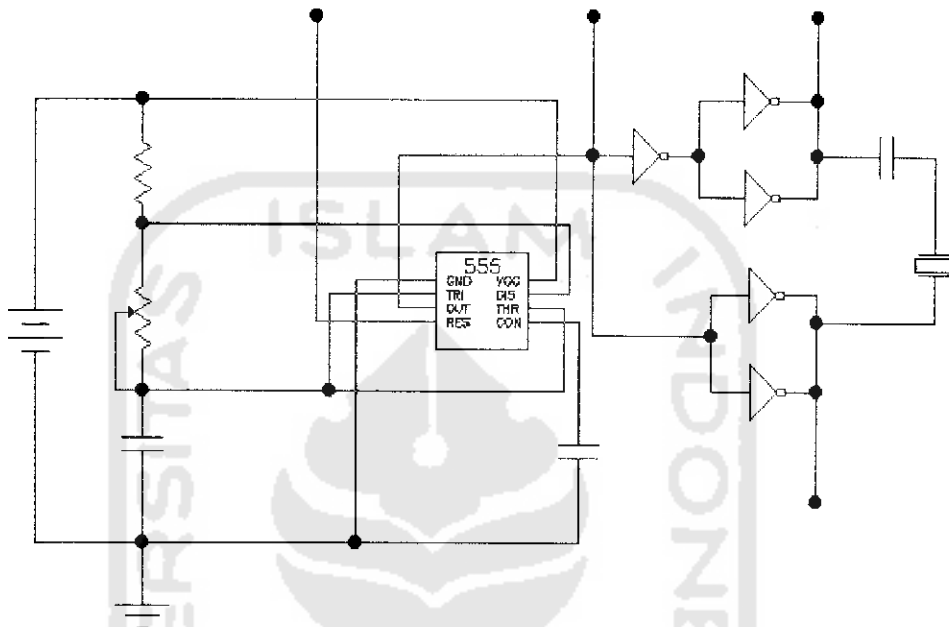


Gambar 4.3. Tampilan osiloskop pada titik pengukuran (point 2)

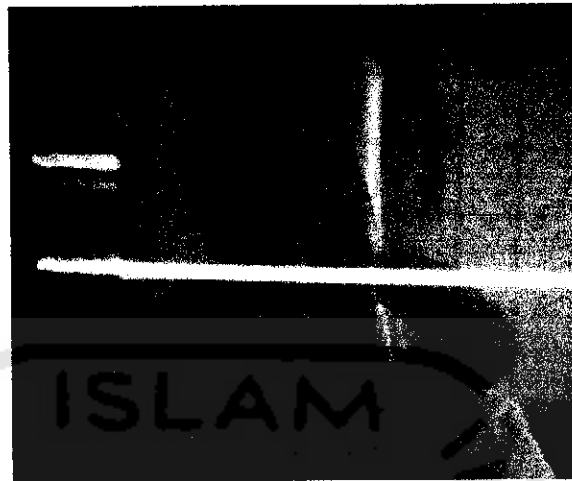
Dari gambar 4.3 IC3 4069 berfungsi sebagai pembalik sinyal dengan tidak merubah nilai tegangan puncak ke puncak dan periodenya. Nilai periode $T_H = 0,06$ ms digunakan sebagai gelombang pemodulasi dan pembangkit sinyal clock untuk menentukan nilai jarak terdekat yang dapat diukur oleh sensor. Sesuai dengan persamaan 2.1. maka besarnya jarak tersebut adalah :

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{(V \times T)}{2} \\
 &= \frac{(340\text{m/s} \times 0,06\text{ms})}{2} \\
 &= 1,02 \text{ centi meter}
 \end{aligned}$$

4.1.2. Rangkaian Osilator IC2 NE555



Gambar 4.5. Titik pengukuran rangkaian osilator 2 dan inverter



Gambar 4.6. Tampilan osiloskop pada titik pengamatan (point 3)

Dari gambar 4.6 terjadi proses pencampuran sinyal antara sinyal pemodulasi 16.7 KHz (out-put IC1 NE555) dengan sinyal pembawa 40 KHz (out-put IC2 NE555), dimana periode waktu timer high TH selama 0,06 ms akan diisikan pesan berupa pulsa ultrasonik 40 KHz yang selanjutnya akan diumpankan ke IC *inverter* 4069.

$$\text{Time/Dive} = 0.5 \text{ ms}$$

$$\text{Volt/Dive} = 5 \text{ Volt}$$

$$\text{Periode TH} = \text{Time/Dive} \times \text{lebar pulsa}$$

$$= 0.5 \times 1.2$$

$$= 0.06 \text{ ms}$$

$$\text{Tegangan puncak ke puncak } V_{pp} = \text{Volt/Dive} \times \text{tinggi pulsa}$$

$$= 5 \times 1.8$$

$$= 9 \text{ Volt}$$



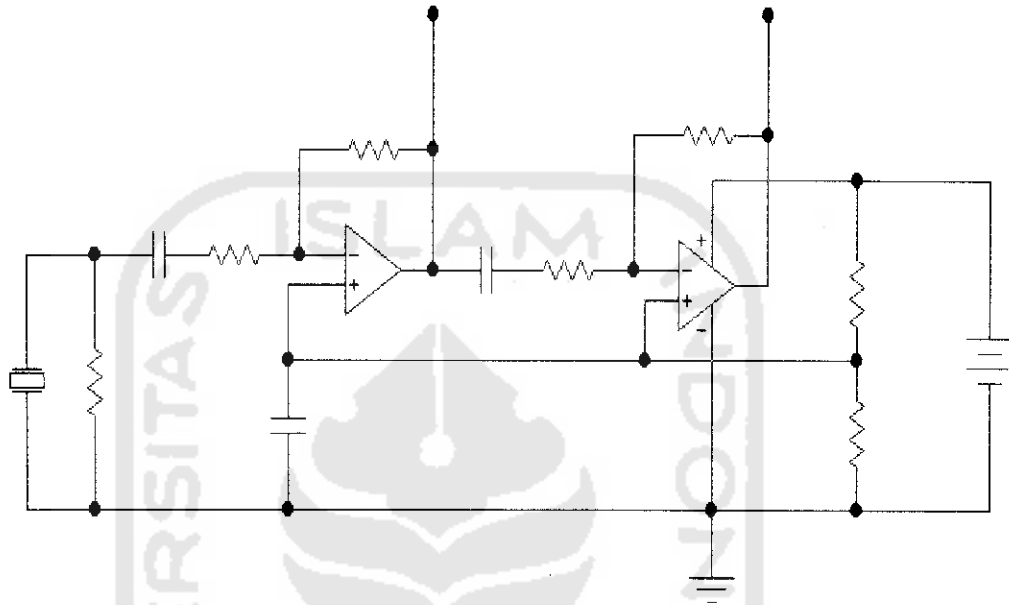
Gambar 4.7. Tampilan osiloskop pada titik pengamatan (point 4)



Gambar 4.8. Tampilan osiloskop pada titik pengamatan (point 5)

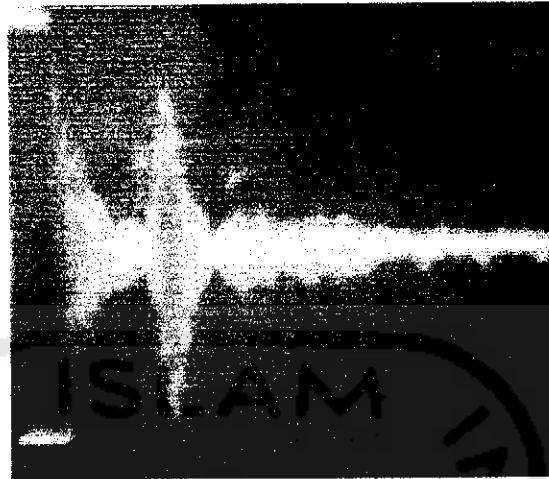
IC *inverter* 4069 pada gambar 4.7 dan 4.8 digunakan untuk memproses sinyal yang keluar dari IC2 NE555. *inverter* U1A dipakai untuk membalik fasa sehingga tegangan di out-put gabungan U1B dan U1C akan selalu berlawanan dengan tegangan di out-put U1D dan U1E.

4.1.3. Rangkaian Receiver



Gambar 4.9. Titik pengukuran rangkaian penerima ultrasonik

Pada gambar 4.9 sinyal yang akan dikuatkan berupa gelombang AM (Amplitudo Modulasi) dimana amplitudo sinyal frekuensi tinggi akan berubah-ubah sesuai dengan amplitudo sinyal frekuensi rendah. Tegangan puncak ke puncak (V_{pp}) dari sinyal tersebut bervariasi, hal ini terjadi karena pengaruh jarak yang sedang diukur. Bila jarak obyek yang diukur dekat maka tegangan V_{pp} akan besar dan bila jarak obyek yang diukur cukup jauh maka tegangan V_{pp} akan semakin kecil.



Gambar 4.10. Tampilan osiloskop pada sensor RX

$$\text{Time/Dive} = 0.1 \text{ ms}$$

$$\text{Volt/Dive} = 10 \text{ mV}$$

$$\text{Periode TH} = \text{Time/Dive} \times \text{lebar pulsa}$$

$$= 0.1 \times 0.6$$

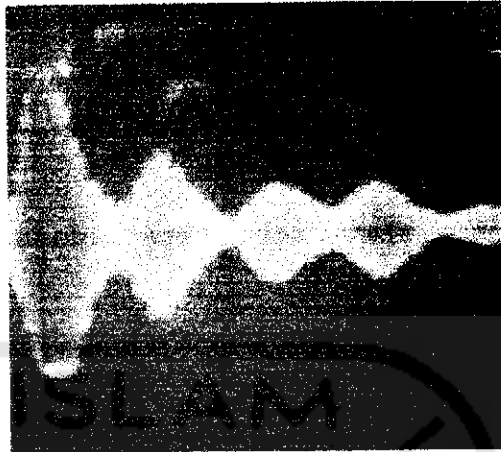
$$= 0.06 \text{ ms}$$

$$\text{Tegangan puncak ke puncak } V_{pp} = \text{Volt/Dive} \times \text{tinggi pulsa}$$

$$= 0.1 \text{ ms} \times 6$$

$$= 0.6 \text{ mVolt}$$

Pada penerima sensor ultrasonik RX, tegangan input yang diterima masih sangat kecil sebesar 0.6 mV volt, hal ini dilakukan pada jarak pengukuran sejauh 5cm. untuk memperoleh penguatan tegangan yang maksimal maka perlu adanya suatu op-amp.



Gambar 4.11. Tampilan osiloskop pada titik pengamatan (point 6)

Pada gambar 4.11 diketahui:

$$\text{Time/Dive} = 50 \mu\text{s}$$

$$\text{Volt/Dive} = 20 \text{ mVolt}$$

$$\text{Periode TH} = \text{Time/Dive} \times \text{lebar pulsa}$$

$$= 50 \mu\text{s} \times 1.2$$

$$= 0.06 \text{ ms}$$

$$\text{Tegangan puncak ke puncak } V_{pp} = \text{Volt/Dive} \times \text{tinggi pulsa}$$

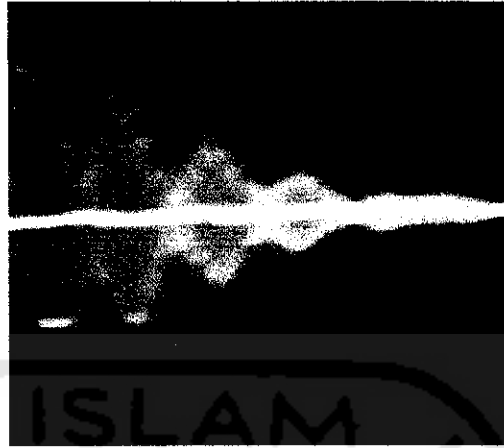
$$= 20 \text{ mVolt} \times 3$$

$$= 60 \text{ mVolt}$$

Gambar 4.11 merupakan sinyal keluaran dari op-amp pertama, dimana nilai penguatannya sebesar $|A| = V_{out} / V_{in}$

$$= 60 / 0,6$$

$$= 100 \text{ kali}$$



Gambar 4.12. Tampilan osiloskop pada titik pengamatan (point 7)

Pada gambar 4.12 diketahui:

$$\text{Time/Dive} = 0,5 \text{ ms}$$

$$\text{Volt/Dive} = 0,2 \text{ Volt}$$

$$\text{Periode TH} = \text{Time/Dive} \times \text{lebar pulsa}$$

$$= 0,5 \times 1,2$$

$$= 0,06 \text{ ms}$$

$$\text{Tegangan puncak ke puncak } V_{pp} = \text{Volt/Dive} \times \text{tinggi pulsa}$$

$$= 0,2 \text{ Volt} \times 3$$

$$= 0,6 \text{ Volt}$$

$$= 600 \text{ mVolt}$$

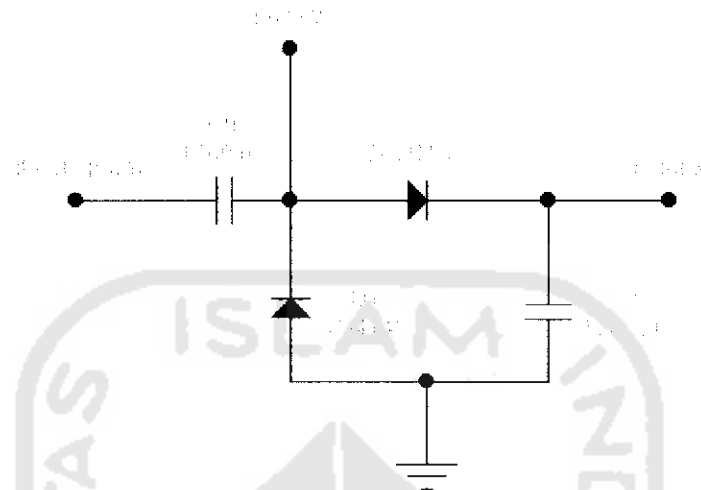
Gambar 4.11 merupakan sinyal keluaran dari op-amp pertama, dimana nilai

$$\text{penguatannya sebesar } |A| = V_{out} / V_{in}$$

$$= 600 / 60$$

$$= 10 \text{ kali}$$

4.1.4. Rangkain Detektor

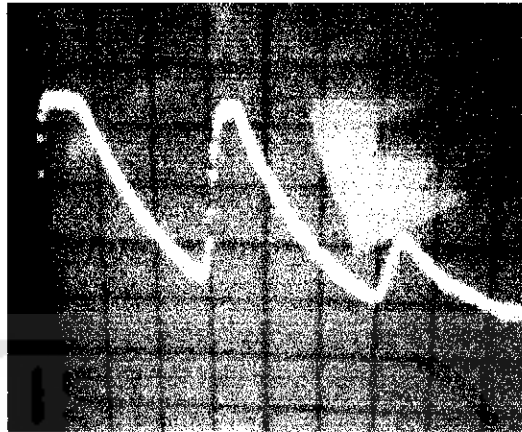


Gambar 4.1.3. Titik pengukuran rangkaian detektor

Pendeteksian sinyal ultrasonik pada gambar 4.13. menggunakan rangkaian penyearah setengah gelombang. Dioda detector 1N60 berfungsi untuk menyearahkan antara sinyal pembawa dengan sinyal pemodulasi.



Gambar 4.14. Tampilan osiloskop pada titik pengamatan (point 8)



Gambar 4.15. Tampilan osiloskop pada titik pengamatan (point 9)

Pada gambar 4.14 bentuk sinyal gelombang yang diperoleh hanya pada siklus positif sedangkan sinyal pada siklus negatif akan digroundkan melalui dioda D1.

Pada gambar 4.15 terjadi proses demodulasi, dimana sinyal pemodulasi dengan frekuensi rendah akan difilter atau diloloskan, sedangkan sinyal dengan frekuensi tinggi akan dibuang melalui kapasitor C10. Tampilan sinyal osiloskop pada gambar 4.14 dan 4.15 dilakukan pada jarak pengukuran sejauh 10 centimeter.

$$\text{Time/Dive} = 0.2 \text{ ms}$$

$$\text{Volt/Dive} = 2 \text{ Volt}$$

$$\text{Periode } TH = \text{Time/Dive} \times \text{lebar pulsa}$$

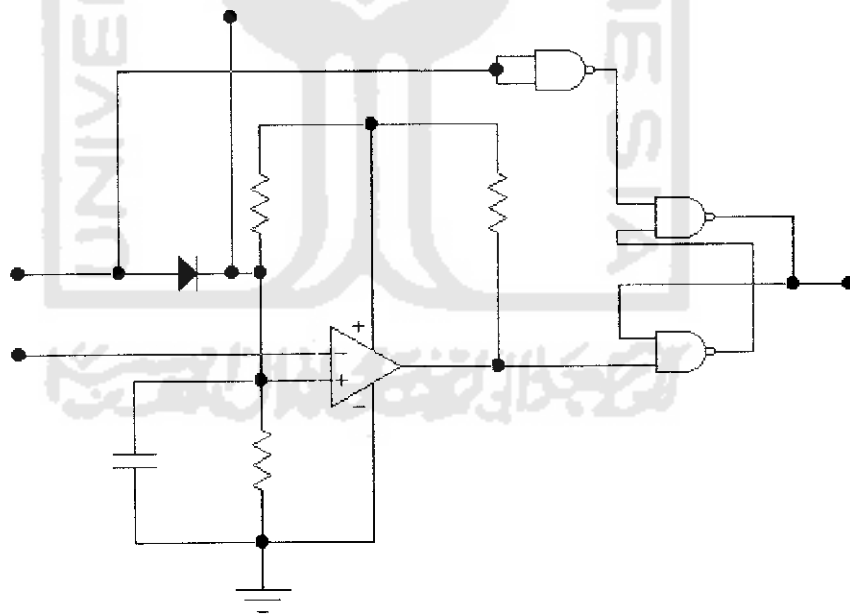
$$= 0.2\text{ms} \times 3$$

$$= 0.6 \text{ ms}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan puncak ke puncak } V_{pp} &= \text{Volt/Dive} \times \text{tinggi pulsa} \\
 &= 2 \text{ Volt} \times 3.2 \\
 &= 6,4 \text{ Volt}
 \end{aligned}$$

Periode *Time High* sebesar 0,6ms menunjukkan jarak yang terukur oleh alat sejauh 10,2 centimeter. Ini berarti terjadi perbedaan dengan jarak sesungguhnya yakni sebesar 0,2 centimeter, hal ini disebabkan karena faktor suhu dan temperatur lingkungan pada saat melakukan pengukuran.

4.1.5. Rangkaian Comparator dan Gerbang Pengukur Waktu



Gambar 4.1.6. Titik pengukuran rangkaian komparator dan gerbang pengukur waktu



Gambar 4.17. Tampilan osiloskop pada titik pengamatan (point 10)



Gambar 4.18. Tampilan osiloskop pada titik pengamatan (point 11)

Pada gambar 4.17 pengukuran dilakukan pada jarak 10 centimeter, dengan nilai:

$$\text{Time/Dive} = 0.5 \text{ ms}$$

$$\text{Volt/Dive} = 5 \text{ Volt}$$

$$\text{Periode } TH = \text{Time/Dive} \times \text{lebar pulsa}$$

$$= 0.5 \text{ ms} \times 1,4$$

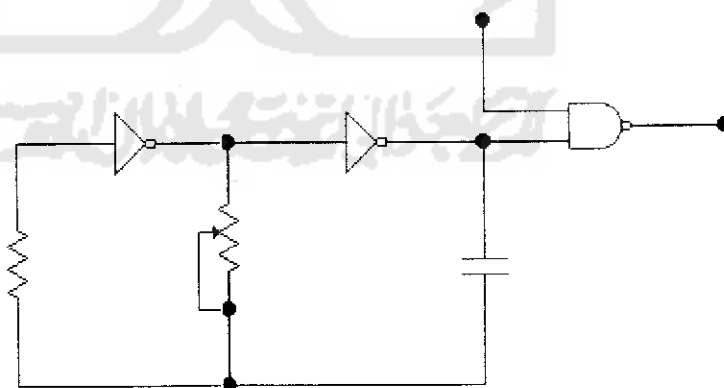
$$= 0.7 \text{ ms}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan puncak ke puncak } V_{pp} &= \text{Volt/Dive} \times \text{tinggi pulsa} \\
 &= 5 \text{ Volt} \times 1,8 \\
 &= 9 \text{ Volt}
 \end{aligned}$$

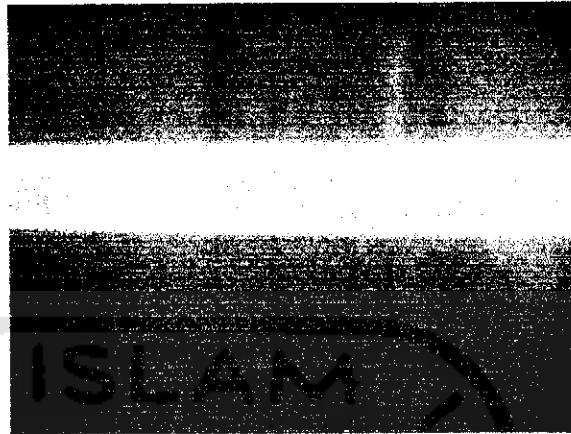
Periode *Time High* sebesar 0,7ms menunjukkan jarak yang terukur oleh alat sejauh 11,9 centimeter. Ini berarti terjadi perbedaan dengan jarak sesungguhnya yakni sebesar 1,9 centimeter, hal ini dapat disebabkan karena faktor suhu dan temperatur lingkungan pada saat melakukan pengukuran.

Lebar pulsa saat kondisi high pada gambar 4.18 menentukan lamanya waktu dan jumlah pulsa clock, makin lebar pulsa tersebut berarti makin jauh jarak obyek yang diukur dan sebaliknya bila jarak obyek yang diukur dekat maka lebar pulsanya akan kecil

4.1.6. Rangkaian Osilator Jumlah Pulsa



Gambar 4.19. Titik pengukuran rangkaian osilator jumlah pulsa



Gambar 4.20. Tampilan osiloskop pada titik pengamatan (point 12)

Pada gambar 4.20 pulsa-pulsa clock yang muncul merupakan jumlah pulsa yang akan dihitung saat sinyal ultrasonic dikirim dan diterima kembali. Resolusi jarak yang diinginkan sebesar 0,01 meter, maka satu pulsa clock yang dicacah akan mewakili jarak 0,01 meter atau 1 centimeter.

Dengan demikian hubungan antara kecepatan gelombang suara dengan frekuensi clock yang harus dibangkitkan adalah :

$$f = \frac{\frac{1}{2} \times 340 \text{ m/s}}{0,01}$$

$$= 17 \text{ KHz}$$

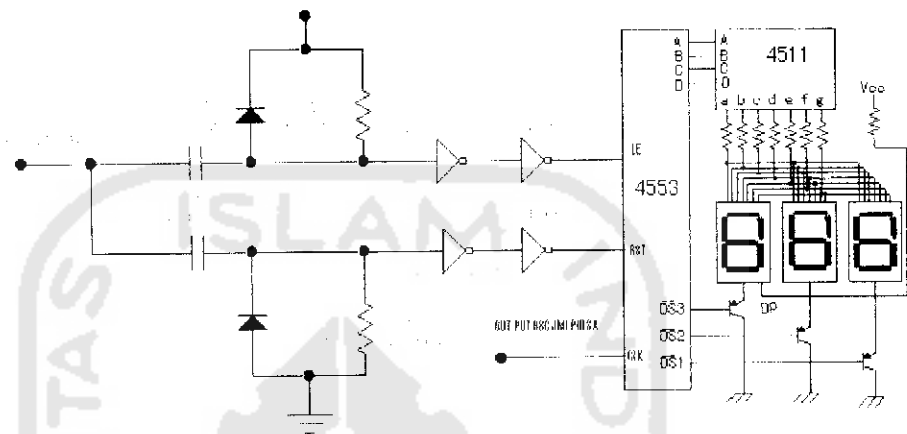
Maka Variabel Resistor VR2 harus diatur pada nilai.

$$VR2 = 1 / 2.2 \times C \times f$$

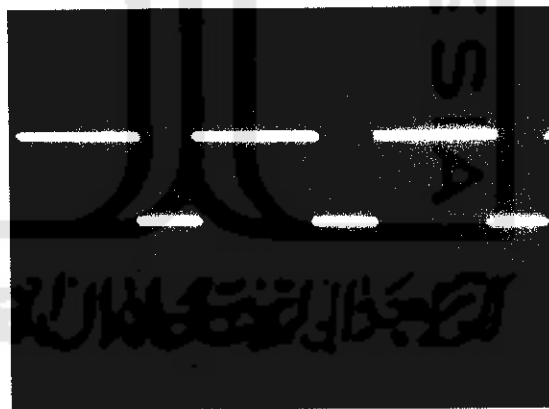
$$= 1 / 2.2 \times 2200\text{pf} \times 17 \text{ KHz}$$

$$= 12.2 \text{ Kohm}$$

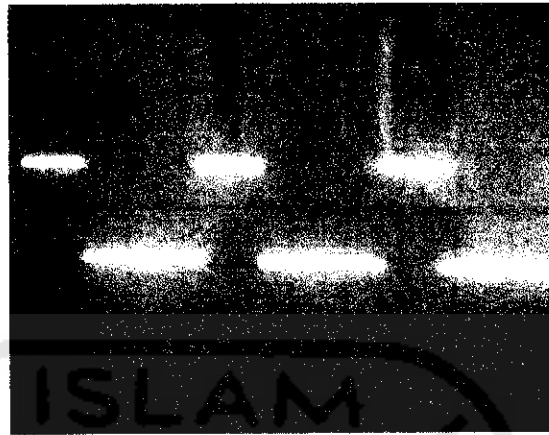
4.1.7. Rangkaian Pencacah dan Penampil *Seven Segment*



Gambar 4.21. Titik pengukuran rangkaian pencacah *seven segment*



Gambar 4.22. Tampilan osiloskop pada titik pengamatan kaki *latch enable*



Gambar 4.23. Tampilan osiloskop pada titik pengamatan kaki *reset*

Sinyal dari rangkaian osilator dengan frekuensi 17 KHz akan diumpankan pada input clock IC MC14553. sinyal 17 KHz ini akan dicacah ketika masukan LE (*latch enable*) dalam keadaan *low*. Kondisi sinyal *high* pada RST (*reset*) berfungsi untuk *mereset* semua keluaran Q0 - Q3.

4.2 Pengamatan Unjuk Kerja Sistem

Untuk mengetahui seberapa baik perancangan alat yang telah dibuat dalam merespon suatu jarak maka pengamatan dilakukan dengan cara memberikan variabel jarak antara sensor ultrasonik dengan objek (media pemantul), pengujian dilakukan dengan perubahan setiap jarak 1 centimeter, hingga mencapai jarak maksimal 300 centimeter.

Tabel 4.1. Hasil pengukuran dengan media pemantul dinding

No	Jarak sesungguhnya (cm)	Jarak yang terbaca alat (cm)	Beda selisih (cm)	Persentase kesalahan (%)
1	5	5	0	0
2	6	6	0	0
3	7	7	0	0
4	8	9	1	4.42
5	9	9	0	0
6	10	11	1	4.42
7	11	11	0	0
8	12	12	0	0
9	15	15	0	0
10	25	25	0	0
11	30	30	0	0
12	100	100	0	0
13	150	150	0	0
14	183	183	0	0
15	200	202	2	10.23
16	210	210	0	0
17	220	221	1	4.42
18	252	252	0	0
19	273	275	2	10.23
20	298	298	0	0
21	300	301	1	4.42

Tabel 4.2. Hasil pengukuran dengan media pemantul kertas

No	Jarak sesungguhnya (cm)	Jarak yang terbaca alat (cm)	Beda selisih (cm)	Persentase kesalahan (%)
1	5	5	0	0
2	6	6	0	0
3	7	7	0	0
4	8	8	0	0
5	9	9	0	0
6	10	11	1	4.43
7	11	12	1	4.43
8	12	12	0	0
9	20	20	0	0
10	25	25	0	0
11	30	30	0	0
12	35	36	1	4.43
13	100	100	0	0
14	150	151	1	4.43
15	183	183	0	0
16	200	202	2	10.12
17	210	210	0	0
18	220	220	0	0
19	273	273	0	0
20	298	298	0	0
21	300	302	2	10.12

Tabel 4.3. Hasil pengukuran dengan media pemantul kayu

No	Jarak sesungguhnya (cm)	Jarak yang terbaca alat (cm)	Persentase kesalahan (%)	Persentase kesalahan (%)
1	5	5	0	0
2	6	7	1	3.95
3	7	8	1	3.95
4	8	8	0	0
5	9	9	0	0
6	10	11	1	3.95
7	11	11	0	0
8	12	12	0	0
9	20	20	0	0
10	60	62	2	9.76
11	84	86	2	9.76
12	100	100	0	0
13	150	150	0	0
14	183	185	1	3.95
15	200	200	0	0
16	210	210	0	0
17	220	221	1	3.95
18	252	252	0	0
29	280	280	0	0
20	298	299	1	3.95
21	300	301	1	3.95

Dari hasil data pengamatan yang telah dilakukan dengan menggunakan media pemantul (dinding, kayu, kertas), pada tabel (4.1, 4.2 dan tabel 4.3) terlihat ada sebagian jarak pengukuran yang berbeda dengan jarak sesungguhnya. Penyimpangan jarak tersebut berkisar antara 1 cm hingga 2 cm, hal ini masih dimungkinkan bahwa alat ini masih dalam kondisi baik.

Pada media pemantul dinding, respon alat dalam mendeteksi jarak sangat baik hal ini dimungkinkan karena gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke dinding dapat dipantulkan kembali dengan sempurna sehingga kesalahan pengukuran tidak terlalu besar. Pada tabel pengukuran terlihat bahwa beda selisih jarak rata-rata pengukuran sebesar 0,24 centimeter, sedangkan pada media pemantul kertas sebesar 0,26 centimeter dan pada media pemantul kayu sebesar 0,32 centimeter, perbedaan tersebut dapat disebabkan karena konstruksi bahan material dari setiap media pemantul tersebut tidak sama, sehingga dalam memantulkan gelombang suara (ultrasonik) juga berbeda-beda.

Besarnya beda selisih jarak rata-rata pada pengukuran dapat dihitung dengan rumus:

$$X = \frac{\text{Jumlah selisih jarak keseluruhan}}{\text{Jumlah pengukuran}}$$

Sedangkan persentase kesalahan tiap pengukuran dapat dihitung dengan rumus:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |D_i - x_d|^2} \times 100\%$$

Dimana :

S = Persentase kesalahan tiap pengukuran

n = Jumlah pengukuran

D_i = Beda selisih tiap pengukuran

x_d = Beda selisih rata-rata

Dari tabel pengukuran pada media pemantul dinding, media pemantul kertas dan media pemantul kayu terlihat bahwa persentase kesalahan sebesar 3,95 % hingga 10,23 %.