

BAB IV

HASIL PENGAMATAN DAN ANALISA

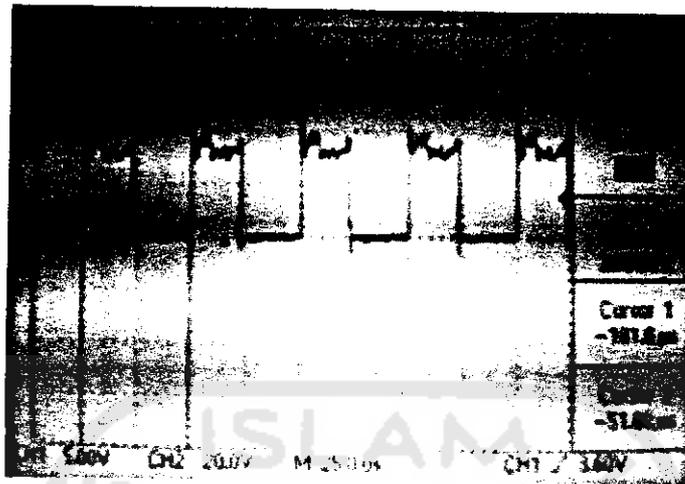
4.1 Pendahuluan

Komponen utama pencitraan bentuk benda yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari rangkaian pemancar dan penerima ultrasonik, mikrokontroler MC68HC908GP32, PPI 8255 dan seperangkat komputer. Prinsip kerja sistem ini dimulai dari rangkaian pemancar ultrasonik. Pemancar ultrasonik yang digunakan memiliki frekuensi sebesar 20 kHz. Frekuensi ini kemudian dipancarkan ke objek benda. Pantulan gelombang ultrasonik akan diterima oleh sensor penerima yang akan mengubah gelombang ultrasonik tersebut menjadi tegangan AC dengan frekuensi yang lebih tinggi karena bercampur dengan derau. Tegangan tersebut kemudian dikuatkan dan diubah menjadi tegangan DC.

Perubahan tegangan DC ini digunakan sebagai masukan komparator. Tegangan yang diharapkan adalah tegangan tinggi diatas tegangan referensi komparator yang digunakan untuk menghentikan *counter* pada mikrokontroler. Hasil nilai *counter* kemudian dikirim ke komputer melalui PPI 8255.

4.2 Bentuk Gelombang Pemancar

Bentuk gelombang pemancar adalah gelombang kotak. Hal ini disebabkan rangkaian pemancar menggunakan IC pewaktu MC1455 sebagai pembangkit frekuensi. Bentuk gelombang ditunjukkan pada gambar 4.1.



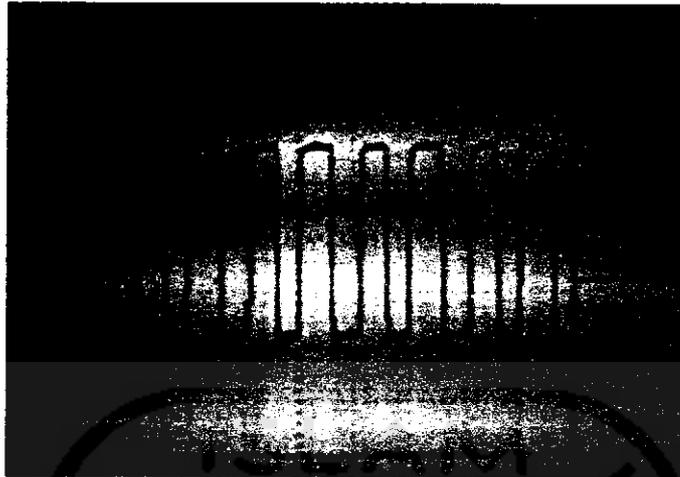
Gambar 4.1 Tampilan osiloskop pemancar ultrasonik.

Dari gambar diatas, gelombang yang dihasilkan adalah gelombang kotak dengan frekuensi 20 kHz dan periode 50 μ s. Tegangan puncak ke puncak (V_{pp}) adalah 11 V.

4.3 Bentuk Gelombang Penerima

Pada rangkaian penerima ultrasonik, sensor penerima akan menerima pantulan gelombang ultrasonik untuk diubah menjadi tegangan. Pada rangkaian tersebut tegangan diperkuat. Tegangan yang dihasilkan berupa gelombang AC dengan frekuensi 35,71 kHz. Penyearah diperlukan untuk mengubah tegangan AC yang diterima menjadi tegangan DC sebagai input komparator. Bentuk gelombang ditunjukkan pada gambar 4.2.

Pada penerima ultrasonik ini gelombang yang terbentuk sebelum disearahkan berupa gelombang kotak dengan frekuensi 35,71 kHz dan periode 28 μ s. Tegangan puncak ke puncak (V_{pp}) gelombang ini adalah 6,4 V.



Gambar 4.2 Tampilan osiloskop penerima ultrasonik.

4.4 Komparator

Komparator yang digunakan dalam penelitian ini adalah LM 311 dengan range tegangan input ± 15 V. Komparator berfungsi untuk menentukan nilai tegangan referensi pembanding. Tegangan referensi harus di bawah tegangan maksimal dari keluaran rangkaian penerima ultrasonik. Komparator akan menghasilkan tegangan tinggi ketika mendapat tegangan yang lebih kecil dari rangkaian penerima ultrasonik, dan akan menghasilkan tegangan rendah jika tegangan inputnya lebih tinggi dari tegangan referensi. Tegangan input yang lebih tinggi inilah yang akan memberikan tanda pada mikrokontroler untuk menghentikan *counter*.

Tabel 4.1. Hasil pengukuran tegangan komparator.

Titik Pengukuran	Pemancar tidak aktif	Pemancar aktif
1. Tegangan referensi	5,82 V	5,82 V
2. Input komparator	2,28 V	5,76 - 5,88 V
3. Output komparator	4,94 V	4,76 - 0,11V

4.5 Waktu Counter

Counter adalah suatu variabel. Data yang dikirimkan ke dalam komputer merupakan nilai dari variabel *counter*. *Counter* tersebut merepresentasikan warna *grayscale* dari 0 – 255. *Counter* mengalami penurunan sesuai dengan lama waktu pantul. Penurunan nilai dimulai dari 255 sampai dengan 0. Setiap pengurangan satu nilai *counter* terdapat waktu yang tergantung pada jumlah *cycle* dalam program. *Cycle* adalah waktu yang dibutuhkan pada setiap instruksi program. Waktu satu *cycle* pada instruksi program tergantung pada nilai kristal yang digunakan pada mikrokontroler.

Kristal yang digunakan pada mikrokontroler bernilai 8 MHz. Perhitungan untuk mendapatkan waktu satu *cycle* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Frekuensi operasi} &= \text{kristal} / 4 \\ &= 8 \text{ Mhz} / 4 \\ &= 2 \text{ MHz}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Satu cycle} &= 1 / \text{frekuensi operasi} \\ &= 1 / 2 \text{ MHz} \\ &= 0,5 \mu\text{s}\end{aligned}$$

Waktu yang diperlukan untuk mengurangi satu *counter* adalah 2538 *cycle*. Nilai tersebut didapat dari perhitungan *cycle* pada program mikrokontroler (lampiran 1) yaitu dimulai dari pengisian register X (LDX) dengan nilai 2 sampai dengan pengurangan nilai *Counter* (DEC Counter). Jadi waktu antar *counter* :

$$2538 \text{ cycle} \times 0,5 \mu\text{s} = 1269 \mu\text{s} = 1,269 \text{ ms}$$

Tabel pengurangan nilai *counter* ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Waktu counter

Nilai Counter	Waktu (ms)						
255	0	191	81.216	127	162.432	63	243.648
254	1.269	190	82.485	126	163.701	62	244.917
253	2.538	189	83.754	125	164.97	61	246.186
252	3.807	188	85.023	124	166.239	60	247.455
251	5.076	187	86.292	123	167.508	59	248.724
250	6.345	186	87.561	122	168.777	58	249.993
249	7.614	185	88.83	121	170.046	57	251.262
248	8.883	184	90.099	120	171.315	56	252.531
247	10.152	183	91.368	119	172.584	55	253.8
246	11.421	182	92.637	118	173.853	54	255.069
245	12.69	181	93.906	117	175.122	53	256.338
244	13.959	180	95.175	116	176.391	52	257.607
243	15.228	179	96.444	115	177.66	51	258.876
242	16.497	178	97.713	114	178.928	50	260.145
241	17.766	177	98.982	113	180.198	49	261.414
240	19.035	176	100.251	112	181.467	48	262.683
239	20.304	175	101.52	111	182.736	47	263.952
238	21.573	174	102.789	110	184.005	46	265.221
237	22.842	173	104.058	109	185.274	45	266.49
236	24.111	172	105.327	108	186.543	44	267.759
235	25.38	171	106.596	107	187.812	43	269.028
234	26.649	170	107.865	106	189.081	42	270.297
233	27.918	169	109.134	105	190.35	41	271.566
232	29.187	168	110.403	104	191.619	40	272.835
231	30.456	167	111.672	103	192.888	39	274.104
230	31.725	166	112.941	102	194.157	38	275.373
229	32.994	165	114.21	101	195.426	37	276.642
228	34.263	164	115.479	100	196.695	36	277.911
227	35.532	163	116.748	99	197.964	35	279.18
226	36.801	162	118.017	98	199.233	34	280.449
225	38.07	161	119.286	97	200.502	33	281.718
224	39.339	160	120.555	96	201.771	32	282.987
223	40.609	159	121.824	95	203.04	31	284.256
222	41.877	158	123.093	94	204.309	30	285.525
221	43.146	157	124.362	93	205.578	29	286.794
220	44.415	156	125.631	92	206.847	28	288.063
219	45.684	155	126.9	91	208.116	27	289.332
218	46.953	154	128.169	90	209.385	26	290.601
217	48.222	153	129.438	89	210.654	25	291.87
216	49.491	152	130.707	88	211.923	24	293.139

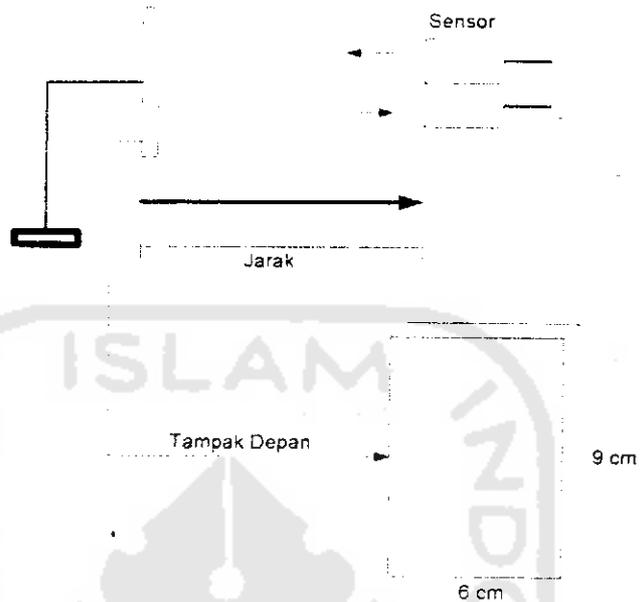
215	50.76	151	131.976	87	213.192	23	294.408
214	52.029	150	133.245	86	214.461	22	295.677
213	53.298	149	134.514	85	215.73	21	296.946
212	54.567	148	135.783	84	216.999	20	298.215
211	55.836	147	137.052	83	218.268	19	299.484
210	57.105	146	138.321	82	219.537	18	300.753
209	58.374	145	139.59	81	220.806	17	302.022
208	59.643	144	140.859	80	222.075	16	303.291
207	60.912	143	142.128	79	223.344	15	304.56
206	62.181	142	143.397	78	224.613	14	305.829
205	63.45	141	144.666	77	225.882	13	307.098
204	64.719	140	145.935	76	227.151	12	308.367
203	65.988	139	147.204	75	228.42	11	309.636
202	67.257	138	148.473	74	229.689	10	310.905
201	68.526	137	149.742	73	230.958	9	312.174
200	69.795	136	151.011	72	232.227	8	313.443
199	71.064	135	152.28	71	233.496	7	314.712
198	72.333	134	153.549	70	234.765	6	315.981
197	73.602	133	154.818	69	236.034	5	817.25
196	74.871	132	156.087	68	237.303	4	318.519
195	76.14	131	157.356	67	238.572	3	319.788
194	77.409	130	158.625	66	239.841	2	321.057
193	78.678	129	159.894	65	241.11	1	322.326
192	79.947	128	161.163	64	242.379	0	323.595

4.6 Pengujian Gelombang Pantul

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pada jarak berapa sensor tersebut mulai merespon benda yang ada di depannya. Pengujian dilakukan dengan satu macam benda yaitu lilin mainan dengan bentuk balok dan permukaan rata.

4.6.1 Kecepatan Berdasarkan Jarak Pantul

Percobaan ini dilakukan dengan penghalang lilin mainan yang mempunyai luas permukaan rata dengan ukuran 9 x 6 cm dan variasi jarak seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Pengukuran waktu pantul berdasarkan jarak.

Tabel 4.3. Waktu pantul berdasarkan jarak

Jarak (cm)	Nilai Counter	Waktu Pantul (ms)
>50	0	≥ 323.595
48	1	322.326
46	3	319.788
44	3	319.788
42	10	310.905
40	15	304.56
38	26	290.601
36	26	290.601
34	40	272.835
32	43	269.028
30	46	265.221
28	50	260.145
26	52	257.607
24	55	253.8
22	55	235.8
20	58	249.993
18	60	247.455

16	62	244.917
14	63	243.648
12	80	222.075
10	84	216.999
8	70	234.765
6	68	237.303
4	40	272.835
2	60	247.455
0	5	817.25

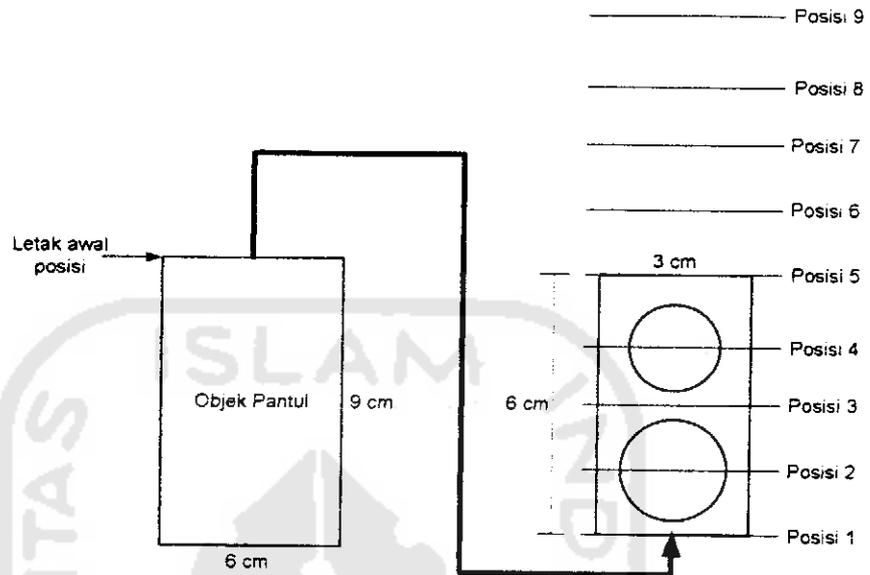
Dari percobaan yang dilakukan dengan beberapa panjang jarak dalam cm, waktu pantul yang cepat berada pada jarak 8 – 12 cm. Pada jarak tersebut gelombang pantul lebih cepat diterima oleh sensor penerima yaitu sekitar 216 – 234 ms. Pada jarak diatas 50 cm sensor penerima dianggap tidak dapat menerima gelombang pantul. Hal ini disebabkan karena adanya pembatasan waktu pantul oleh program yaitu setelah menempuh waktu 323.595 ms maka waktu pantul dianggap selesai. Jika tanpa ada waktu pembatas maka sensor penerima akan terlalu sensitif dan akan selalu menerima gelombang pantul.

4.6.2 Kecepatan Berdasarkan Posisi Pantul

Posisi pantul dibedakan menjadi 2 yaitu:

I. Posisi pantul atas bawah.

Percobaan ini dilakukan dengan penghalang lilin mainan yang mempunyai permukaan rata dengan ukuran 6 x 4 cm dan variasi posisi objek pantul seperti pada gambar 4.4.

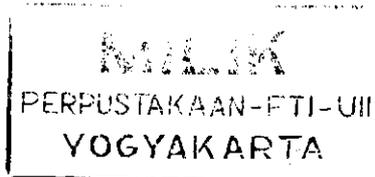


Gambar 4.4 Pengukuran waktu pantul berdasarkan posisi atas bawah.

Tabel 4.4 Kecepatan pantul dari bawah ke atas

Posisi	Counter		
	9 cm	5 cm	2 cm
1	0	0	0
2	0	0	0
3	1	1	0
4	45	20	30
5	56	32	54
6	43	15	10
7	25	8	0
8	5	0	0
9	0	0	0

Dari percobaan yang dilakukan dengan beberapa posisi bawah ke atas, waktu pantul yang paling cepat berada pada posisi 5 dimana objek pantul menutupi seluruh bagian dari sensor pemancar dan penerima. Pada posisi 1 dan 9

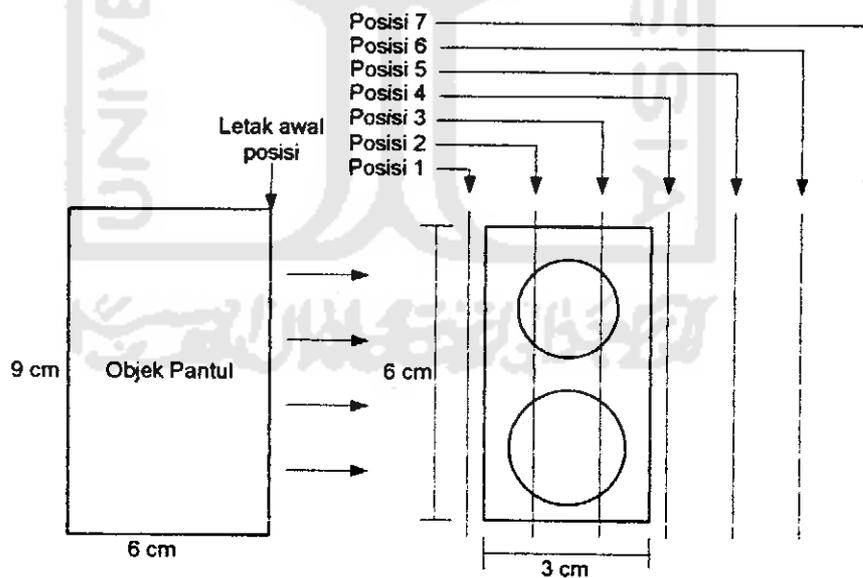


tidak memiliki pantulan karena objek benda tidak ada yang menutupi sensor pemancar dan penerima. Posisi yang secara pasti memiliki pantulan adalah posisi objek pantul yang menutupi sebagian atau semua dari sensor pemancar dan penerima.

Pada percobaan posisi 4 dan posisi 6 menunjukkan waktu yang berbeda. Letak sensor pada percobaan tersebut mempengaruhi hasil pantulan dari objek benda.

2. Posisi pantul kiri kanan.

Percobaan ini dilakukan dengan penghalang lilin mainan yang mempunyai permukaan rata dengan ukuran 6 x 4 cm dan variasi posisi objek pantul seperti pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Pengukuran waktu pantul berdasarkan posisi kiri kanan.

Tabel 4.5 Kecepatan pantul dari kiri ke kanan

Posisi	Jarak		
	9 cm	5 cm	2 cm
1	0	0	0
2	7	10	0
3	25	20	20
4	56	32	54
5	25	20	20
6	7	10	0
7	0	0	0

Dari percobaan yang dilakukan dengan beberapa posisi kiri ke kanan, waktu pantul yang paling cepat berada pada posisi 4 dimana objek pantul menutupi seluruh bagian dari sensor pemancar dan penerima. Pada posisi 1 dan 7 tidak memiliki pantulan karena objek benda tidak ada yang menutupi sensor pemancar dan penerima. Posisi yang secara pasti memiliki pantulan adalah posisi objek pantul yang menutupi sebagian atau semua dari sensor pemancar dan penerima.

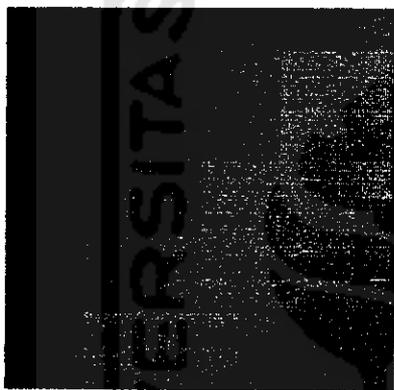
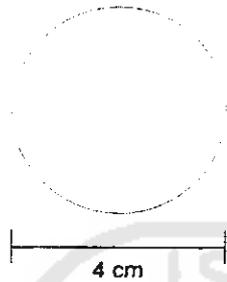
Pada percobaan posisi 3 dan posisi 5 menunjukkan waktu yang sama. Begitu juga pada posisi 2 dan posisi 6. Letak sensor pada percobaan ini tidak mempengaruhi hasil pantulan dari objek benda.

4.7 Hasil Akhir Citra

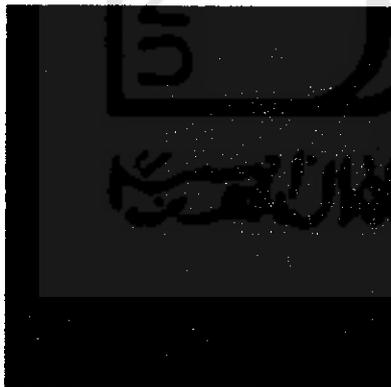
Percobaan ini dilakukan sebagai hasil akhir dari penelitian yaitu menciptakan suatu citra benda dengan program C++. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah lilin mainan. Bentuk benda ada 4 macam yaitu: bola, kubus, balok dan prisma. Sedangkan jarak benda dipilih dengan jarak 2 cm, 5 cm, dan 9 cm. Hasil citra ditunjukkan pada gambar – gambar di bawah ini:

1. Citra Bola

Benda yang digunakan berbentuk bola dengan ukuran diameter 4 cm



Gambar 4.6 Citra bola dengan jarak 2 cm



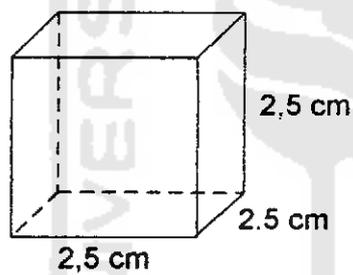
Gambar 4.7 Citra bola dengan jarak 5 cm



Gambar 4.8 Citra bola dengan jarak 9 cm

2. Citra Kubus

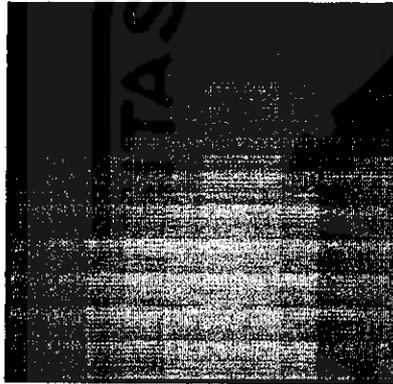
Benda yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran sisi - sisi 2,5 cm



Gambar 4.9 Citra kubus dengan jarak 2 cm



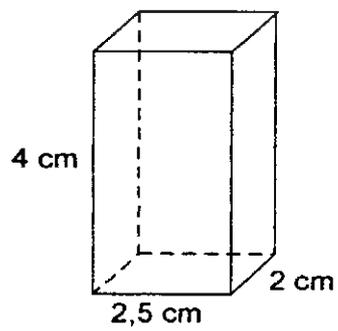
Gambar 4.10 Citra kubus dengan jarak 5 cm

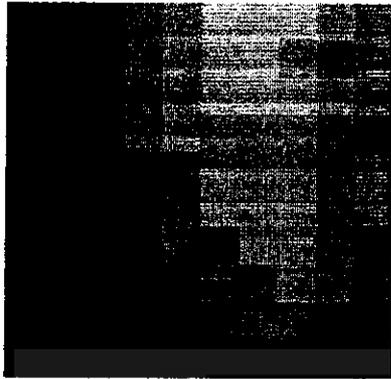


Gambar 4.11 Citra kubus dengan jarak 9 cm

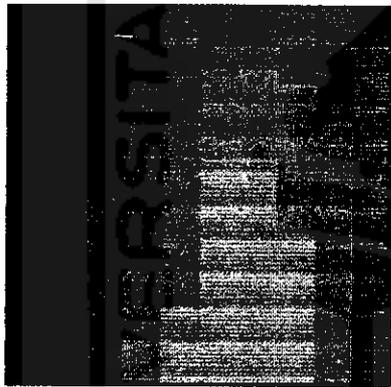
3. Citra Balok

Benda yang digunakan berbentuk balok dengan ukuran panjang 2,5 cm, lebar 2 cm dan tinggi 4 cm.

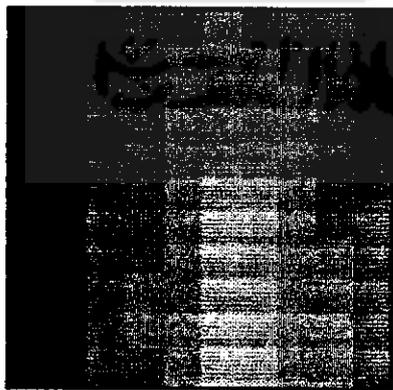




Gambar 4.12 Citra balok dengan jarak 2 cm



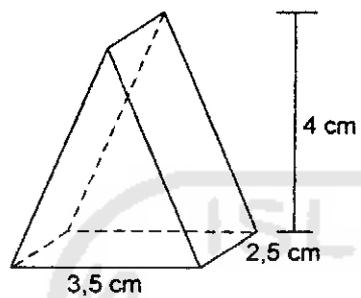
Gambar 4.13 Citra balok dengan jarak 5 cm



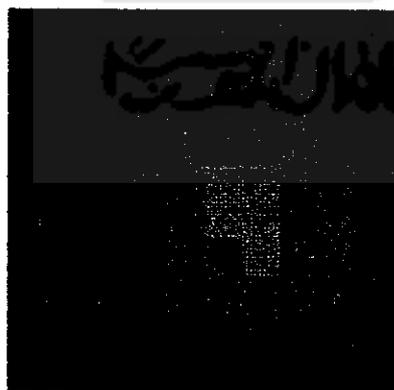
Gambar 4.14 Citra balok dengan jarak 9 cm

4. Citra Prisma

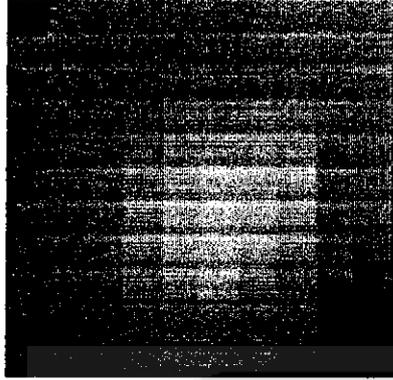
Benda yang digunakan berbentuk prisma dengan ukuran panjang 3,5 cm, lebar 2,5 cm dan tinggi 4 cm.



Gambar 4.15 Citra prisma dengan jarak 2 cm



Gambar 4.16 Citra prisma dengan jarak 5 cm



Gambar 4.17 Citra prisma dengan jarak 9 cm

Dari gambar – gambar citra yang dihasilkan dapat diketahui bahwa tidak semua benda ditampilkan secara jelas. Hal ini disebabkan beberapa faktor yaitu:

- Ruang piksel terlalu besar.
- Pengambilan data yang dimungkinkan tidak sempurna.
- Tingkatan warna abu – abu yang hanya bisa mencapai nilai maksimal sekitar 84.

Berdasarkan percobaan, citra yang dihasilkan memang tidak memiliki bentuk yang sama persis dengan objek benda aslinya. Tetapi kita dapat menganalisa dimana letak terkuat pantulan yang ditunjukkan pada gambar. Pantulan terkuat direpresentasikan dengan warna yang lebih putih. Secara tidak langsung letak pantulan terkuat dan sekitarnya tersebut hampir membentuk objek benda seperti aslinya. Seperti halnya alat kedokteran *ultrasonography*. Alat tersebut tidak dapat langsung menampilkan citra persis dengan aslinya melainkan harus dengan analisa dokter berdasarkan analisa citra yang sudah dipatenkan.