

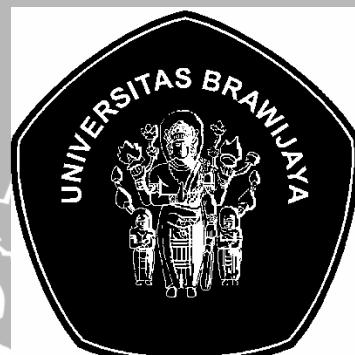
PERANCANGAN ALAT BANTU MENGHAFAL

HURUF HIJAIYAH

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

SUCIANA MUKMINAH

0410630084-63

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2009

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN ALAT BANTU MENGHAFAL
HURUF HIJAIYAH

SKRIPSI
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

SUCIANA MUKMINAH
NIM. 0410630084-63

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Ir. Nanang Sulistyanto
NIP. 19700113 199403 1 002

Dosen Pembimbing II

Moch. Rif'an, ST., MT
NIP. 19710301 200012 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN ALAT BANTU MENGHAFAL
HURUF HIJAIYAH

Disusun oleh:

SUCIANA MUKMINAH
0410630084-63

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 14 Juli 2009

Majelis Penguji :

Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc
NIP. 19590304 198903 1 001

Panca Mujirahardjo, ST., MT
NIP. 19700329 200012 1 001

Ir. M. Julius St, MS
NIP. 19540720 198203 1 002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. Heru Nurwarsito, M.Kom
NIP. 19650402 199002 1 001

PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan dengan sepenuh hati kepada Alloh SWT atas, berkah, rahmat, petunjuk dan tuntunan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik dari jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Skripsi ini berjudul "Alat Bantu Menghafal Huruf Hijaiyah" disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan serta dorongan dari semua pihak, penyelesaian skripsi ini tidak mungkin terwujud. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Heru Nurwarsito, M.Kom selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya dan Bapak Rudy Yuwono, ST, M.Sc. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
2. Bapak Ir. M. Julius St., MS selaku KKDK Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
3. Bapak Ir. Nanang Sulistiyanto dan Bapak Moch.Rif'an, ST., MT. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak memberikan bantuan, pengarahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Ayah dan Ibu serta kakakku, terima kasih atas kasih sayang, dukungan dan do'a sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Teman-teman kos Jl. Watugilang 18 A (Mbak Mega, Mbak Hana, Izza, Martha, Nyonyah, Yuni, Mbak Iluk, Retno,Eva), yang sudah memberikan dukungan.
6. Teman-teman workshop terutama Eka, Mas Oki, Feri, Runi(Indra), Danil, Agung, terimakasih atas bantuannya.
7. Teman-teman tim Robot terutama Batu, Eko, Rayi, Fido, Indra, Nino terimakasih atas bantuannya.
8. Teman-Teman Laboratoruim Sistem Digital terimakasih atas semuanya.
9. Semua teman-teman elektro 2004 (terutama Qori, Winda, Astri, Paul, Debi, Ida, Onis, Gama, Mei, Dina, Devi, Bundo Devi, Ajeng, Dayu, Jati, Kiki, Dian, Devina, Ica, Dani) dan semua warga elektro Universitas Brawijaya, saya ucapkan terima kasih.

Dalam penyusunannya, skripsi ini masih jauh dari sempurna oleh karena itu saran dan masukan penulis harapkan. Semoga skripsi ini bermanfaat dan dapat dikembangkan lebih lanjut.

Malang, Agustus 2009

Penulis



DAFTAR ISI

PENGANTAR.....	halaman
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
RINGKASAN.....	.ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pendidikan Anak.....	4
2.1.1 Karakteristik Perilaku Individu dengan Cara Belajar <i>Visual</i>	4
2.1.2 Karakteristik Perilaku Individu dengan Cara Belajar <i>Auditorial</i>	5
2.1.3 Karakteristik Perilaku Individu dengan Cara Belajar <i>Kinestetik</i>	6
2.2 Huruf Hijaiyah	6
2.3 Mikrokontroler.....	7
2.3.1 Sistem Interupt.....	11
2.3.2 Timer/Counter 0	12
2.3.3 Serial Peripheral Interface (SPI)	13
2.4 LCD	16
2.4.1 Pengalamatan	18
2.5 Memori Penyimpan Suara	19
3 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Perancangan Alat	23
3.2 Pembuatan Alat.....	23
3.3 Pengujian Alat	24
4 BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	25
4.1 Spesifikasi Alat	25

4.2 Perancangan Sistem	25
4.2.1 Prinsip Kerja Sistem.....	26
4.3 Perancangan Perangkat keras	27
4.3.1 Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler ATMega16	27
4.3.2 Rangkaian Antarmuka Tombol dengan Mikrokontroler	28
4.3.3 Rangkaian Antarmuka Led dengan Mikrokontroler	29
4.3.4 Rangkaian Antarmuka LCD Mikrokontroler.....	30
4.3.5 Rangkaian Antarmuka Penyimpan Suara dengan Mikrokontroler	31
4.4 Perancangan Perangkat Lunak.....	32
4.4.1 Perangkat Lunak Mikrokontroler.....	32
4.4.2 Perangkat Lunak Penyimpan dan Pemutar suara.....	40
4.4.3 Huruf	42
4.4.4 Kumpulan Soal.....	45
4.4.5 Bagian-bagian dari Program Utama.....	45
5 BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS	50
5.1 Blok Antarmuka Tombol dengan Mikrokontroler.....	50
5.2 Blok Antarmuka Led dengan mikrokontroler	51
5.3 Blok Antarmuka LCD dengan Mikrokontroler	52
5.4 Blok Penyimpan Suara.....	53
5.5 Pengujian Keacakan.....	55
5.6 Pengujian Keseluruhan Sistem	57
5.6.1 Pengujian Keacakan	57
5.6.2 Pengujian Pengecekan Jawaban.....	60
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	62
6.1 Kesimpulan.....	62
6.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA	63

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
	Tabel 2.1 Huruf Hijaiyah.....	7
	Tabel 2.2 Fungsi Khusus Port B	10
	Tabel 2.3 Fungsi Khusus Port C	10
	Tabel 2.4 Fungsi Khusus Port D	11
	Tabel 2.5 Reset dan Vektor Interupt	11
	Tabel 2.6 Mode Pembangkitan <i>Clock</i>	12
	Tabel 2.7 Skala <i>Clock Timer/Counter 0</i>	13
	Tabel 2.8 Hubungan Frekuensi SCK dan Frekuensi Oscilator	15
	Tabel 4.1 Fungsi Pin ATMega16.....	28
	Tabel 4.2 Lokasi Alamat Suara untuk Petunjuk Penggunaan Alat	42
	Tabel 4.3 Karakter Harokat	43
	Tabel 4.4 Karakter Huruf Hijaiyah	43
	Tabel 4.5 Kumpulan Soal	45
	Tabel 5.1 Data Hasil Pengujian Penyimpanan dan Pemutar Suara	54
	Tabel 5.2 Data Hasil Pengujian.....	55
	Tabel 5.3 Fungsi Autokorelasi.....	58
	Tabel 5.4 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem	59
	Tabel 5.5 Hasil Pengujian Kebenaran Jawaban.....	60

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
	Gambar 2.1 Blok Diagram Mikrokontroler ATMega16	8
	Gambar 2.2 Konfigurasi Pin ATMega16	9
	Gambar 2.3 Interkoneksi SPI Master Slave.....	14
	Gambar 2.4 SPI Control Register.....	14
	Gambar 2.5 SPI Status Register	16
	Gambar 2.6 SPI Data Register (SPDR).....	16
	Gambar 2.7 Dimensi LCD 84x48	17
	Gambar 2.8 Pin LCD 84x48	17
	Gambar 2.9 Blok Diagram PCD8544.....	18
	Gambar 2.10 Mode Pengalamatan Vertikal.....	19
	Gambar 2.11 Mode Pengalamatan Horizontal.....	19
	Gambar 2.12 Blok Diagram IC ISD25120	20
	Gambar 4.1 Blok Diagram Keseluruhan Sistem.....	26
	Gambar 4.2 Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler Atmega16.....	27
	Gambar 4.3 Rangkaian Antarmuka Tombol dengan Mikrokontroler	29
	Gambar 4.4 Rangkaian Antarmuka Led dengan Mikrokontroler	30
	Gambar 4.5 Rangkaian Antarmuka LCD dengan Mikrokontroler	31
	Gambar 4.6 Rangkaian Antarmuka ISD25120 dengan Mikrokontroler	32
	Gambar 4.7 <i>Flowchart</i> Pemilihan Mode	33
	Gambar 4.8 <i>Flowchart</i> Mode Manual	34
	Gambar 4.9 <i>Flowchart</i> Mode Automatis	35
	Gambar 4.10 <i>Flowchart</i> Inisialisasi SPI.....	36
	Gambar 4.11 <i>Flowchart</i> Pengiriman Data dengan SPI.....	36
	Gambar 4.12 Inisialisasi Timer/counter 0	37
	Gambar 4.13 <i>Flowchart</i> Pengecekan Tombol	38
	Gambar 4.14 <i>Flowchart</i> Pengaktifan led.....	38
	Gambar 4.15 <i>Flowchart</i> inisialisasi LCD	39
	Gambar 4.16 <i>Flowchart</i> penulisan LCD	40
	Gambar 4.17 <i>Flowchart</i> Proses Perekam Suara	41
	Gambar 4.18 <i>Flowchart</i> untuk Menghasilkan Suara	41
	Gambar 4.19 <i>Flowchart</i> Pengacakan Soal.....	46
	Gambar 4.20 <i>Flowchart</i> Pengecekan Jawaban	47

Gambar 4.21 <i>Flowchart</i> Penambahan Nilai	48
Gambar 4.22 <i>Flowchart</i> Kenaikan Level	49
Gambar 5.1 Rangkaian Pengujian Tombol.....	50
Gambar 5.2 <i>Flowchart</i> Pengujian Tombol	51
Gambar 5.3 Rangkaian Pengujian Led.....	51
Gambar 5.4 <i>Flowchart</i> untuk Pengujian Led.....	52
Gambar 5.5 Rangkaian Pengujian LCD	52
Gambar 5.6 Hasil Pengujian LCD	52
Gambar 5.7 Rangkaian Pengujian Penyimpan dan Pemutar Suara.....	53
Gambar 5.8 Pengujian 1 sampai 50.....	56
Gambar 5.9 Pengujian 51 sampai 100.....	56
Gambar 5.10 Grafik Hasil Pengujian	58



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Alamat Penyimpanan Suara.....	L1-1
Lampiran 2.	Rangkaian dan Foto Alat.....	L2-1
Lampiran 3.	Listing Program.....	L3-1
Lampiran 4.	Datasheet.....	L4-1



RINGKASAN

Suciana Mukminah, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, September 2008, *Perancangan Alat Bantu Menghafal Huruf Hijaiyah*, Dosen Pembimbing: Nanang Sulistiyanto dan Moch. Rif'an.

Al-Qur'an adalah kitab suci umat Islam yang menggunakan huruf Arab atau sering disebut huruf hijaiyah. Belajar huruf hijaiyah sebaiknya dimulai sejak usia anak-anak. Untuk memotivasi anak-anak dalam mempelajari huruf hijaiyah, maka dibuatlah alat untuk belajar dan menghafal huruf hijaiyah yang mengandung unsur permainan, karena anak-anak cenderung tertarik dengan permainan.

Alat ini terdiri dari empat unit utama yaitu unit input, unit pemroses utama (mikrokontroler), unit output visual (LCD grafik) dan unit output audio (ISD). Unit pemroses menampilkan soal yang tersimpan dalam memori secara acak melalui output visual dan output audio. Berikutnya unit pemroses mengecek dan menilai jawaban pengguna yang diberikan ke alat melalui unit input.

Alat memilih dan menampilkan satu dari 10 latihan secara acak, dan setiap latihan mempunyai peluang kemunculan yang sama. Soal yang tersimpan dalam alat tersebut sebanyak 360 soal yang terbagi kedalam 6 level. Jawaban soal-soal tersebut dicek secara akurat oleh alat.

Kata kunci: belajar dan bermain huruf hijaiyah



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Al-Qur'an adalah kitab suci umat Islam. Huruf yang digunakan dalam Al-Qur'an adalah huruf Arab atau disebut juga huruf hijaiyah. Di Indonesia, meskipun mayoritas penduduknya beragama Islam, huruf hijaiyah bukan huruf yang digunakan sehari-hari. Oleh karena itu, agar dapat membaca kitab sucinya, umat Islam di Indonesia perlu belajar secara khusus huruf-huruf tersebut. Belajar membaca sebaiknya dimulai sejak usia anak-anak. Anak-anak selalu tertarik dengan permainan. Sehingga terfikirkan untuk memadukan dua hal tersebut, yaitu bermain dan belajar, agar anak-anak lebih termotivasi untuk belajar huruf hijaiyah. Wujud pemanduan dua hal tersebut adalah dengan membuat suatu media, yang dapat digunakan untuk belajar huruf hijaiyah dan mengandung unsur permainan.

Mu'tadin (2002: 1) menyatakan "berdasarkan kemampuan yang dimiliki otak dalam menyerap, mengelola dan menyampaikan informasi, cara belajar individu dapat dibagi dalam 3 (tiga) kategori. Ketiga kategori tersebut adalah cara belajar *visual*, *auditorial* dan *kinestetik* yang ditandai dengan ciri-ciri perilaku tertentu". Individu dengan kategori *visual*, cenderung mudah mengingat sesuatu yang dilihat. Individu yang masuk dalam kategori *auditorial*, cenderung mudah mengingat sesuatu yang didengar. Sedangkan individu yang masuk dalam kategori *kinestetik* lebih menyukai kegiatan yang menyibukkan fisik.

Media belajar huruf hijaiyah yang ingin dibuat, diharapkan mempunyai dimensi yang kecil. Dengan dimensi yang kecil, media tersebut dapat dibawa kemana-mana. Sifat media belajar yang *portable* tersebut, sesuai dengan anak yang termasuk dalam kategori cara belajar kinestetik, karena mereka aktif bergerak.

Media tersebut diharapkan dapat menampilkan huruf hijaiyah, karena huruf hijaiyah berbeda dengan huruf latin, dan mempunyai karakter khusus. Dengan tampilan huruf hijaiyah, media tersebut sesuai bagi anak dengan kategori cara belajar *visual*. Huruf hijaiyah mempunyai karakter khusus, sehingga diperlukan LCD grafik yang mempunyai dimensi kecil untuk membentuk karakter-karakter khusus huruf tersebut.

Media tersebut, diharapkan dapat menghasilkan keluaran berupa suara. Dengan demikian pengguna dapat mengetahui cara baca huruf hijaiyah. Karena huruf hijaiyah dibaca dengan cara yang khusus. Dengan ditunjukkannya cara baca huruf hijaiyah

melalui suara, media belajar tersebut sesuai bagi anak dengan kategori cara belajar *auditorial*. Sehingga diperlukan penyimpan dan penghasil suara dengan dimensi yang kecil.

Media tersebut diharapkan dapat mengarahkan pengguna membuka kembali ingatan tentang karakter huruf hijaiyah dan bacaannya, serta mengarahkan pengguna untuk menghafal kembali karakter-karakter dan cara baca huruf tersebut. Untuk mewujudkan tujuan tersebut, terfikirkan sebuah metode permainan yang membuat pengguna menebak apakah bacaan yang diperdengarkan sesuai dengan huruf yang ditampilkan. Untuk itu diperlukan kumpulan soal-soal yang terdiri dari huruf dan cara bacanya. Agar pengguna tidak bosan terhadap soal-soal dengan urutan yang sama, maka urutan soal-soal yang ditampilkan perlu diacak. Selain itu, dengan pengacakan urutan soal, pengguna tidak dapat menghafalkan urutannya.

Media tersebut memerlukan sesuatu yang dapat menyimpan kumpulan soal-soal, mengendalikan tampilan LCD, mengendalikan penyimpan dan penghasil suara, melakukan proses pengacakan soal, dan dapat memproses masukan. Untuk itu diperlukan suatu pemroses berdimensi kecil, yang dapat menjalankan semua proses yang diperlukan. Untuk memenuhi tujuan ini, maka mikrokontroler dimanfaatkan sebagai pengendali utama semua proses tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam skripsi ini ditekankan pada:

- 1) Bagaimana menampilkan huruf hijaiyah pada sebuah LCD grafik.
- 2) Bagaimana merancang sistem yang dapat menghasilkan suara.
- 3) Bagaimana merancang sistem mikrokontroler yang dapat menyimpan kumpulan soal dan dapat menampilkan soal secara acak, sehingga tidak membuat pengguna bosan dengan urutan yang sama.

1.3 Ruang Lingkup

Mengacu pada permasalahan yang ada, maka pembahasan skripsi ini dibatasi pada:

- 1) Skripsi ini menggunakan sebagian metode dari buku yang berjudul “Buku Iqro’ Cara Cepat Belajar Membaca Al-Qur'an” jilid 1, 2 dan 3 yaitu metode pengenalan huruf dengan mengelompokkan huruf-huruf yang mempunyai

kemiripan bentuk. Tetapi pengelompokan huruf dalam skripsi ini tidak sama dengan buku tersebut.

- 2) Buku yang menjadi acuan skripsi yang telah disebutkan, memperkenalkan harokat fathah, kasrah, dan dammah dengan menggunakan huruf sambung dan bacaan panjang. Skripsi ini menggunakan harokat fathah, kasrah, dan dammah seperti dalam buku tersebut, tetapi tidak menggunakan huruf sambung dan bacaan panjang.
- 3) Ada beberapa metode menghafal huruf diantaranya memasangkan huruf dan bunyi, membunyikan huruf-huruf, menuliskan huruf. Dari beberapa metode yang ada, skripsi ini menggunakan satu metode saja, yaitu metode memasangkan huruf dengan bunyi bacaan, dengan cara menebak apakah pasangan huruf dengan bunyi bacaan sesuai atau tidak.

1.4 Tujuan

Tujuan skripsi ini adalah untuk merancang dan membuat alat bantu menghafal huruf hijaiyah, dengan menampilkan huruf dan cara bacanya.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II Teori Penunjang

Membahas teori-teori pendukung perencanaan dan pembuatan alat.

BAB III Metodologi

Berisi tentang metode penelitian yang digunakan dalam perencanaan dan pengujian alat.

BAB IV Perencanaan dan Pembuatan Alat

Perancangan dan perealisasian alat meliputi spesifikasi, perencanaan blok diagram, prinsip kerja dan realisasi alat.

BAB V Pengujian Alat

Memuat hasil pengujian terhadap alat yang telah direalisasikan.

BAB VI Kesimpulan dan Saran

Memuat kesimpulan dan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut dari alat yang telah dibuat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Untuk memudahkan dalam memahami cara kerja rangkaian maupun dasar-dasar perencanaan alat ini, maka perlu penjelasan dan uraian teori penunjang yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini.

Teori-teori penunjang yang dijelaskan dalam bab ini adalah :

1. Teori Pendidikan anak
2. Mikrokontroler
3. LCD
4. Penyimpan dan penghasil suara

2.1 Pendidikan Anak

Berdasarkan kemampuan yang dimiliki otak dalam menyerap, mengelola dan menyampaikan informasi, maka cara belajar individu dapat dibagi dalam 3 (tiga) kategori. Ketiga kategori tersebut adalah cara belajar *visual*, *auditorial* dan kinestetik yang ditandai dengan ciri-ciri perilaku tertentu. Pengkategorian ini tidak berarti bahwa individu hanya memiliki salah satu karakteristik cara belajar tertentu sehingga tidak memiliki karakteristik cara belajar yang lain.

Adapun ciri-ciri perilaku individu dengan karakteristik cara belajar seperti disebutkan diatas, menurut DePorter & Hernacki (2001) adalah sebagai berikut:

2.1.1 Karakteristik Perilaku Individu dengan Cara Belajar *Visual*

Individu yang memiliki kemampuan belajar *visual* yang baik ditandai dengan ciri-ciri perilaku sebagai berikut:

- 1) Rapi dan teratur
- 2) berbicara dengan cepat
- 3) mampu membuat rencana jangka pendek dengan baik
- 4) teliti dan rinci
- 5) mementingkan penampilan
- 6) lebih mudah mengingat apa yang dilihat daripada apa yang didengar
- 7) mengingat sesuatu berdasarkan asosiasi *visual*
- 8) memiliki kemampuan mengeja huruf dengan sangat baik
- 9) biasanya tidak mudah terganggu oleh keributan atau suara berisik ketika sedang belajar

- 10) sulit menerima instruksi verbal (oleh karena itu seringkali ia minta instruksi secara tertulis)
- 11) merupakan pembaca yang cepat dan tekun
- 12) lebih suka membaca daripada dibacakan
- 13) dalam memberikan respon terhadap segala sesuatu, ia selalu bersikap waspada, membutuhkan penjelasan menyeluruh tentang tujuan dan berbagai hal lain yang berkaitan
- 14) jika sedang berbicara di telpon ia suka membuat coretan-coretan tanpa arti selama berbicara
- 15) lupa menyampaikan pesan verbal kepada orang lain
- 16) sering menjawab pertanyaan dengan jawaban singkat "ya" atau "tidak"
- 17) lebih suka mendemonstrasikan sesuatu daripada berpidato/berceramah
- 18) lebih tertarik pada bidang seni (lukis, pahat, gambar) daripada musik
- 19) seringkali tahu apa yang harus dikatakan, tetapi tidak pandai menuliskan dalam kata-kata.

2.1.2 Karakteristik Perilaku Individu dengan Cara Belajar *Auditorial*

Individu yang memiliki kemampuan belajar *auditorial* yang baik ditandai dengan ciri-ciri perilaku sebagai berikut:

- 1) sering berbicara sendiri ketika sedang bekerja
- 2) mudah terganggu oleh keributan atau suara berisik
- 3) lebih senang mendengarkan (dibacakan) daripada membaca
- 4) jika membaca maka lebih senang membaca dengan suara keras
- 5) dapat mengulangi atau menirukan nada, irama dan warna suara
- 6) mengalami kesulitan untuk menuliskan sesuatu, tetapi sangat pandai dalam bercerita
- 7) berbicara dalam irama yang terpola dengan baik
- 8) berbicara dengan sangat fasih
- 9) lebih menyukai seni musik dibandingkan seni yang lainnya
- 10) belajar dengan mendengarkan dan mengingat apa yang didiskusikan daripada apa yang dilihat
- 11) senang berbicara, berdiskusi dan menjelaskan sesuatu secara panjang lebar
- 12) mengalami kesulitan jika harus dihadapkan pada tugas-tugas yang berhubungan dengan *visualisasi*

- 13) lebih pandai mengeja atau mengucapkan kata-kata dengan keras daripada menuliskannya
- 14) lebih suka humor atau gurauan lisan daripada membaca buku humor/komik.

2.1.3 Karakteristik Perilaku Individu dengan Cara Belajar Kinestetik

Individu yang memiliki kemampuan belajar kinestetik yang baik ditandai dengan ciri-ciri perilaku sebagai berikut:

- 1) berbicara dengan perlahan
- 2) menanggapi perhatian fisik
- 3) menyentuh orang lain untuk mendapatkan perhatian mereka
- 4) berdiri dekat ketika sedang berbicara dengan orang lain
- 5) banyak gerak fisik
- 6) memiliki perkembangan otot yang baik
- 7) belajar melalui praktik langsung atau manipulasi
- 8) menghafalkan sesuatu dengan cara berjalan atau melihat langsung
- 9) menggunakan jari untuk menunjuk kata yang dibaca ketika sedang membaca
- 10) banyak menggunakan bahasa tubuh (non verbal)
- 11) tidak dapat duduk diam di suatu tempat untuk waktu yang lama
- 12) sulit membaca peta kecuali ia memang pernah ke tempat tersebut
- 13) menggunakan kata-kata yang mengandung aksi
- 14) pada umumnya tulisannya jelek
- 15) menyukai kegiatan atau permainan yang menyibukkan (secara fisik)
- 16) ingin melakukan segala sesuatu.

2.2 Huruf Hijaiyah

Huruf hijaiyah adalah huruf yang dipakai dalam kitab suci umat Islam. Huruf hijaiyah terdiri atas 29 huruf, seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.1. Pelengkap huruf hijaiyah agar membentuk suatu vokal disebut harokat. Harokat itu diantaranya adalah fathah, kasrah, dammah, tanwin, sukun dan tasydid. Huruf hamzah tidak digunakan untuk awal kata, sehingga dalam alat ini huruf hamzah tidak disertakan dalam soal.

Tabel 2.1 Huruf Hijaiyah

	ح	ج	ث	ت	ب	ا	
<i>ha'</i> <i>h</i>	<i>jim</i> <i>j</i>		<i>sa'</i> , <i>s</i>	<i>ta'</i> , <i>t</i>	<i>ba'</i> , <i>b</i>	alif	
	س	ز	ر	ذ	د	خ	
<i>sin</i> <i>s</i>	<i>zai</i> <i>z</i>		<i>ra'</i> , <i>r</i>	<i>zal</i> <i>z</i>	<i>dal'</i> , <i>d</i>	<i>kha'</i> , <i>kh</i>	
	ع	ظ	ط	ض	ص	ش	
<i>'ain</i> <i>'</i>	<i>za'</i> <i>z</i>		<i>ta'</i> , <i>t</i>	<i>dad</i> <i>d</i>	<i>sad</i> <i>s</i>	<i>syin</i> <i>sy</i>	
	م	ل	ك	ق	ف	غ	
<i>mim</i> <i>m</i>	<i>lam</i> <i>l</i>		<i>kaf</i> <i>k</i>	<i>qaf</i> <i>q</i>	<i>fah'</i> , <i>f</i>	gain <i>g</i>	
		ي	ء	ه	و	ن	
-							
-	-	<i>ya'</i> , <i>y</i>	hamzah	<i>ha'</i> , <i>h</i>	<i>wawu</i> <i>w</i>	<i>nun</i> <i>n</i>	

Sumber: Mendikbud, 2007: 91

2.3 Mikrokontroler

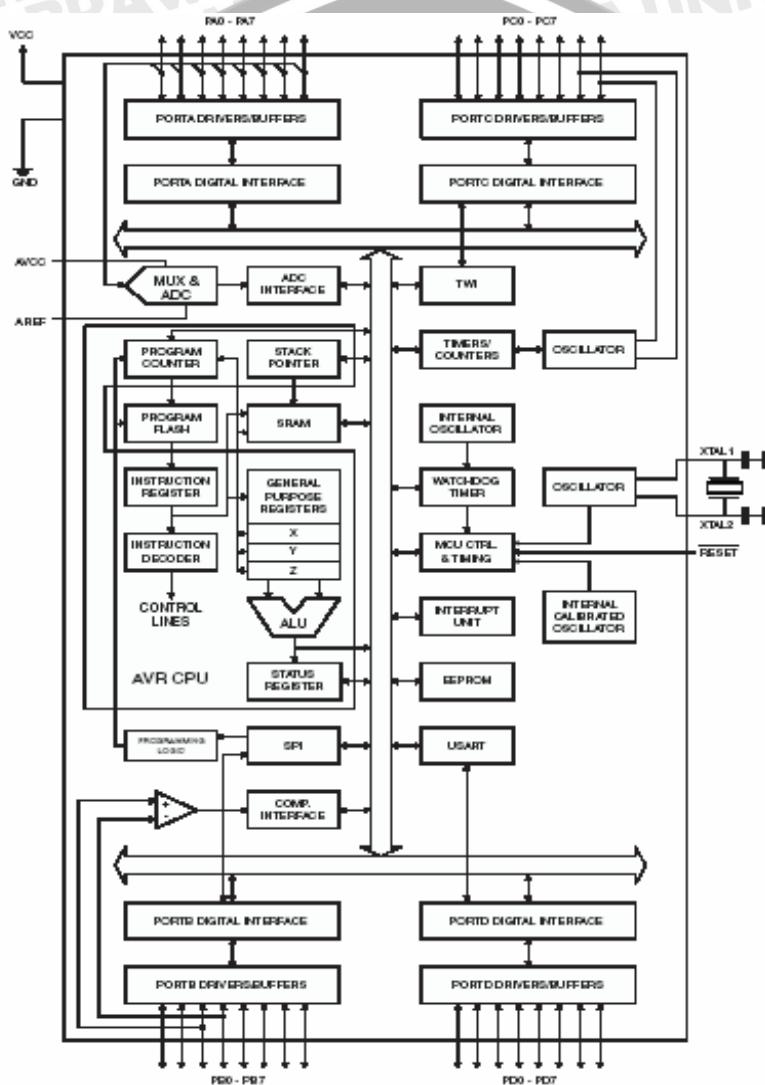
Mikrokontroler adalah suatu chip yang dapat digunakan sebagai pengontrol utama sistem elektronika. Hal ini dikarenakan di dalam chip ini dilengkapi dengan unit pemroses, memori ROM (*Read Only Memory*), RAM (*Random Access Memory*), input-output dan fasilitas pendukung lainnya. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler ATMega16.

Mikrokontroler ATMega16 merupakan mikrokomputer 8 bit yang diproduksi oleh ATTEL Company Amerika Serikat dan salah satu anggota keluarga dari jenis AVR. Mikrokontroler AVR menggunakan arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computing*) 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16 bits word) dan sebagian besar instruksi di eksekusi dalam satu siklus *clock*. Gambar 2.1 menunjukkan blok diagram mikrokontroler ATMega16.

ATMega16 mempunyai kelengkapan sebagai berikut:

- Mikrokontroler 8 bit dengan performansi tinggi dan daya rendah

- Nonvolatile memori program dan data
- 32 saluran I/O dan 32 *general purpose register*
- 16 Kbyte flash memori
- 1024 byte memori data
- EEPROM sebesar 512 byte
- Dua *timer/counter* 8 bit



Gambar 2.1 Blok Diagram Mikrokontroler ATMega16

Sumber: Atmel, 2002: 3

- Satu buah timer/counter 16 bit
- Internal dan eksternal *interrupt*.
- WDT (*Watch Dog Timer*) dengan *oscilator* internal
- SPI *serial interface*

- RTC dengan oscillator terpisah
- Empat buah pin PWM
- Delapan buah pin ADC
- USART (Universal Syncronous and Asynchronous Receiver Transmitter)
- Tegangan operasi antara 4,5 volt sampai 5,5 volt.

(XCK/T0)	PB0	1	40	PA0 (ADC0)	
(T1)	PB1	2	39	PA1 (ADC1)	
(INT2/AIN0)	PB2	3	38	PA2 (ADC2)	
(OC0/AIN1)	PB3	4	37	PA3 (ADC3)	
(SS)	PB4	5	36	PA4 (ADC4)	
(MOSI)	PB5	6	35	PA5 (ADC5)	
(MISO)	PB6	7	34	PA6 (ADC6)	
(SCK)	PB7	8	33	PA7 (ADC7)	
	RESET	9	32	AREF	
	VCC	10	31	GND	
	GND	11	30	AVCC	
	XTAL2	12	29	PC7 (TOSC2)	
	XTAL1	13	28	PC6 (TOSC1)	
	(RXD)	PD0	14	27	PC5 (TDI)
	(TXD)	PD1	15	26	PC4 (TDO)
	(INT0)	PD2	16	25	PC3 (TMS)
	(INT1)	PD3	17	24	PC2 (TCK)
	(OC1B)	PD4	18	23	PC1 (SDA)
	(OC1A)	PD5	19	22	PC0 (SCL)
	(ICP)	PD6	20	21	PD7 (OC2)

Gambar 2.2 Konfigurasi Pin ATMega16

Sumber: Atmel, 2002: 2

Konfigurasi pin ATMega16 dapat dilihat dalam Gambar 2.2. Dari Gambar 2.2 dapat dijelaskan secara fungsional konfigurasi pin ATMega16 sebagai berikut:

- VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan daya
- GND merupakan pin *ground*
- Port A (PA0...PA7) merupakan port I/O 8 bit dua arah dengan pull up internal. Fungsi tambahan dari port A adalah sebagai jalur alamat dan data pada saat mengakses memori ekternal yaitu AD0-AD7.
- Port B (PB0...PB7) merupakan pin I/O dua arah 8 bit dengan resistor *pull-up* internal. Sebagai masukan, pin port B yang diberi *pull-low* secara eksternal akan mengalirkan arus bila resistor *pull-up* diaktifkan. Port B juga memiliki fungsi khusus, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Fungsi Khusus Port B

Port Pin	Alternate Functions
PB7	SCK (SPI Bus Serial Clock)
PB6	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB5	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input)
PB4	\overline{SS} (SPI Slave Select Input)
PB3	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) OC0 (Timer/Counter0 Output Compare Match Output)
PB2	AIN0 (Analog Comparator Positive Input) INT2 (External Interrupt 2 Input)
PB1	T1 (Timer/Counter1 External Counter Input)
PB0	T0 (Timer/Counter0 External Counter Input) XCK (USART External Clock Input/Output)

Sumber: Atmel, 2002: 55

- Port C (PC0...PC7) adalah I/O *bi-directional* 7 bit dengan resistor *pull-up* internal. Sebagai masukan, pin port C yang diberi *pull-low* secara eksternal akan mengalirkan arus bila resistor *pull-up* diaktifkan. Port C juga memiliki fungsi khusus, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Fungsi Khusus Port C

Port Pin	Alternate Function
PC7	TOSC2 (Timer Oscillator Pin 2)
PC6	TOSC1 (Timer Oscillator Pin 1)
PC5	TDI (JTAG Test Data In)
PC4	TDO (JTAG Test Data Out)
PC3	TMS (JTAG Test Mode Select)
PC2	TCK (JTAG Test Clock)
PC1	SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line)
PC0	SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)

Sumber: Atmel, 2002: 58

- Port D (PD0...PD7) adalah I/O *bi-directional* 8 bit dengan resistor *pull-up* internal. Sebagai masukan, pin port D yang diberi *pull-low* secara eksternal akan mengalirkan arus bila resistor *pull-up* diaktifkan. Port D juga memiliki fungsi khusus, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2.4.
- AVCC merupakan pin merupakan masukan tegangan untuk ADC.
- AREF merupakan pin masukan tegangan untuk referensi ADC.

Tabel 2.4 Fungsi Khusus Port D

Port Pin	Alternate Function
PD7	OC2 (Timer/Counter2 Output Compare Match Output)
PD6	ICP (Timer/Counter1 Input Capture Pin)
PD5	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare A Match Output)
PD4	OC1B (Timer/Counter1 Output Compare B Match Output)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 Input)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 Input)
PD1	TXD (USART Output Pin)
PDO	RXD (USART Input Pin)

Sumber: Atmel, 2002 : 60

2.3.1 Sistem Interupt

Tabel 2.5 Reset dan Vektor Interupt

Vector No.	Program Address ⁽²⁾	Source	Interrupt Definition
1	\$000 ⁽¹⁾	RESET	External Pin, Power-on Reset, Brown-out Reset, Watchdog Reset, and JTAG AVR Reset
2	\$002	INT0	External Interrupt Request 0
3	\$004	INT1	External Interrupt Request 1
4	\$006	TIMER2 COMP	Timer/Counter2 Compare Match
5	\$008	TIMER2 OVF	Timer/Counter2 Overflow
6	\$00A	TIMER1 CAPT	Timer/Counter1 Capture Event
7	\$00C	TIMER1 COMPA	Timer/Counter1 Compare Match A
8	\$00E	TIMER1 COMPB	Timer/Counter1 Compare Match B
9	\$010	TIMER1 OVF	Timer/Counter1 Overflow
10	\$012	TIMER0 OVF	Timer/Counter0 Overflow
11	\$014	SPI, STC	Serial Transfer Complete
12	\$016	USART, RXC	USART, Rx Complete
13	\$018	USART, UDRE	USART Data Register Empty
14	\$01A	USART, TXC	USART, Tx Complete
15	\$01C	ADC	ADC Conversion Complete
16	\$01E	EE_RDY	EEPROM Ready
17	\$020	ANA_COMP	Analog Comparator
18	\$022	TWI	Two-wire Serial Interface
19	\$024	INT2	External Interrupt Request 2
20	\$026	TIMER0 COMP	Timer/Counter0 Compare Match
21	\$028	SPM_RDY	Store Program Memory Ready

Sumber: Atmel, 2002: 42

2.3.2 Timer/Counter 0

ATMega 16 memiliki 3 modul timer yang terdiri dari 2 buah timer/counter 8 bit dan 1 buah timer/counter 16 bit. Ketiga modul timer/counter ini dapat diatur dalam mode yang berbeda secara individu dan tidak saling mempengaruhi satu sama lain. Selain itu semua timer/counter juga dapat difungsikan sebagai sumber interupsi. Masing-masing timer/counter ini memiliki register tertentu yang digunakan secara bersama-sama yaitu register TIMSK dan register TIFR.

Timer/counter 0 merupakan modul timer/counter 8 bit yang dapat berfungsi sebagai pencacah tunggal, pembangkit PWM 8 bit, pembangkit frekuensi, pencacah eksternal, pembangkit interupsi overflow dan pembangkit interupsi *output compare match*. Mode kerja timer/counter 0 dapat ditentukan dengan mengatur register TCCR0, TCNT0, OCR0, TIMSK dan TIFR.

Bit 0 (TOIE0) pada register TIMSK digunakan untuk mengaktifkan interupsi *overflow timer/counter 0*. Untuk mengaktifkan *timer/counter 0* TOIE0 diberi nilai 1. Bit 0 (TOV 0) pada register TIFR merupakan bit yang digunakan untuk mengetahui apakah terjadi permintaan interupsi timer/counter atau tidak. Bila bernilai 1 maka terdapat permintaan interupsi dan jika interupsi diaktifkan maka program melompat ke alamat interupsi yang sesuai.

Tabel 2.6 Mode Pembangkitan Clock

Mode	WGM01 (CTC0)	WGM00 (PWM0)	Timer/Counter Mode of Operation	TOP	Update of OCR0	TOV0 Flag Set-on
0	0	0	Normal	0xFF	Immediate	MAX
1	0	1	PWM, Phase Correct	0xFF	TOP	BOTTOM
2	1	0	CTC	OCR0	Immediate	MAX
3	1	1	Fast PWM	0xFF	TOP	MAX

Sumber: Atmel, 2002: 78

Bit 6 (WGM00) dan bit 3 (WGM01) pada register TCCR0 digunakan untuk pemilihan mode pembangkitan timer/counter 0. Mode pembangkitan timer/counter ditunjukkan dalam Tabel 2.6. Bit 5 (COM01) dan bit 4 (COM00) digunakan untuk mengatur pola keluaran pin OC0. Pada operasi normal, operasi ini pin OC0 tidak terhubung pin, kedua bit diberi nilai 0. Untuk mengatur skala sumber *clock* yang digunakan *timer/counter 0*, dilakukan dengan mengatur bit CS02, CS01 dan CS00 pada register TCCR0. Pengaturan skala *clock* ditunjukkan dalam Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Skala Clock Timer/Counter 0

CS02	CS01	CS00	Description
0	0	0	No clock source (Timer/Counter stopped).
0	0	1	clk_{IO} /No prescaling)
0	1	0	$\text{clk}_{\text{IO}}/8$ (From prescaler)
0	1	1	$\text{clk}_{\text{IO}}/64$ (From prescaler)
1	0	0	$\text{clk}_{\text{IO}}/256$ (From prescaler)
1	0	1	$\text{clk}_{\text{IO}}/1024$ (From prescaler)
1	1	0	External clock source on T0 pin. Clock on falling edge.
1	1	1	External clock source on T0 pin. Clock on rising edge.

Sumber: Atmel, 2002: 79

Register TCNT0 berfungsi untuk menyimpan data cacahan timer/counter 0. karena ukuran register TCNT0 hanya 8 bit, sehingga timer dapat mencacah dari 0x00-0xFF atau 0-255.

2.3.3 Serial Peripheral Interface (SPI)

Serial Peripheral Interface (SPI) merupakan salah satu mode komunikasi serial synchronous kecepatan tinggi yang dimiliki oleh ATMega16. Gambar 2.3 menunjukkan interkoneksi SPI master-slave.

Komunikasi SPI membutuhkan tiga jalur (wire) yaitu:

- MOSI : Master Output Slave Input

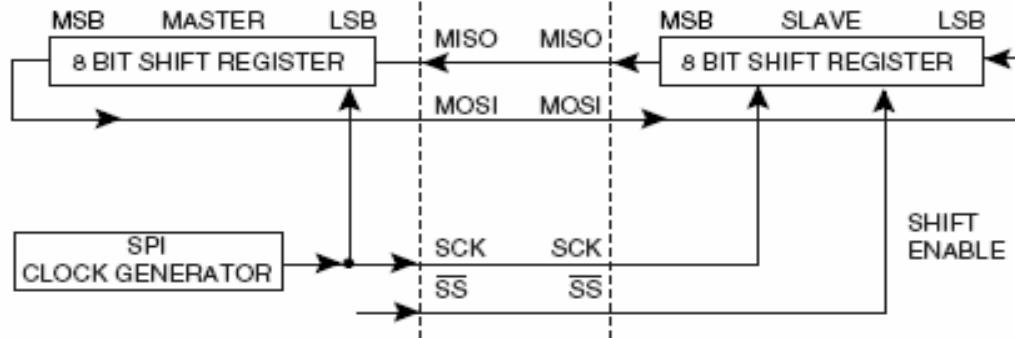
Artinya jika dikonfigurasikan sebagai master, maka pin MOSI ini sebagai output tetapi jika dikonfigurasikan sebagai slave maka pin MOSI ini sebagai input.

- MISO : Master Input Slave Output

Berkebalikan dengan MOSI di atas, jika dikonfigurasikan sebagai master maka pin MISO ini sebagai input tetapi jika dikonfigurasikan sebagai slave maka pin MISO ini sebagai Output.

- CLK : Clock

Jika dikonfigurasikan sebagai master maka pin CLK berlaku sebagai output (pembangkit *clock*) tetapi jika dikonfigurasikan sebagai slave maka pin CLK berlaku sebagai input (menerima sumber *clock* dari master).



Gambar 2.3 Interkoneksi SPI Master Slave

Sumber: Atmel, 2002: 130

Dalam bukunya, Bejo (2008: 48) menyebutkan bahwa pengaturan konfigurasi master atau slave ditentukan oleh pin \overline{SS} . Jika pin \overline{SS} diberi tegangan high ('1') maka terkonfigurasi sebagai master dan jika pin \overline{SS} diberi tegangan low ('0') maka terkonfigurasi sebagai slave.

Untuk mengatur mode kerja komunikasi SPI ini dilakukan dengan menggunakan register SPCR, SPSR dan SPDR.

➤ SPI Control Register (SPCR)

Gambar 2.4 menunjukkan SPI Control Register.

- Bit 7 – SPIE : *SPI Interrupt Enable*

SPIE digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan interupsi SPI. Interupsi SPI akan aktif jika SPIE bernilai 1 dan Global Interrupt diaktifkan (bit-I pada SREG bernilai 1).

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	SPCR
ReadWrite	SPIE	SPE	DORD	MSTR	CPOL	CPHA	SPR1	SPR0	
Initial Value	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	

Gambar 2.4 SPI Control Register

Sumber: Atmel, 2002: 133

- Bit 6 – SPE : *SPI Enable*

SPE digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan komunikasi SPI. Untuk mengaktifkan komunikasi SPI maka SPE diset menjadi '1'.

- Bit 5 – DODR : *Data Order*

DORD digunakan untuk menentukan pola pengiriman data. Jika DORD bernilai 1 maka data yang akan dikirimkan LSB terlebih dahulu, sebaliknya jika DORD bernilai 0 maka data yang akan dikirimkan MSB terlebih dahulu.

- Bit 4 – MSTR : *Master/Slave Select*

MSTR digunakan untuk mengkonfigurasi sebagai master atau slave secara *software*. Jika MSTR bernilai 1 maka terkonfigurasi sebagai master dan jika MSTR bernilai 0 maka terkonfigurasi sebagai slave. Pengaturan bit MSTR ini tidak akan bisa dilakukan jika pin \overline{SS} dikonfigurasi sebagai input. Karena jika pin \overline{SS} dikonfigurasi sebagai input maka penentuan master atau slave nya otomatis dilakukan secara hardware yaitu dengan membaca level tegangan pada pin \overline{SS} .

- Bit 3 – CPOL : *Clock Polarity*

CPOL digunakan untuk menentukan kondisi diam *clock* / kondisi pada saat tidak bekerja (*idle*). Jika CPOL bernilai 1 maka kondisi diam *clock* adalah *high* dan jika CPOL bernilai 0 maka kondisi diam *clock* adalah *low*.

- Bit 2 – CPHA : *Clock Phase*

CPHA digunakan untuk menentukan waktu pengambilan data. Jika CPHA bernilai 1 maka pengambilan data dilakukan pada transisi turun *clock* sedangkan jika CPHA bernilai 0 maka pengambilan data dilakukan pada transisi naik *clock*.

- Bit 1 – SPR1:0: SPI *Clock Rate Select*

SPR1 dan SPR0 digunakan untuk menentukan kecepatan *clock* yang digunakan dalam komunikasi SPI seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Hubungan Frekuensi SCK dan Frekuensi Oscilator

SPI2X	SPR1	SPR0	SCK Frequency
0	0	0	$f_{osc}/4$
0	0	1	$f_{osc}/16$
0	1	0	$f_{osc}/64$
0	1	1	$f_{osc}/128$
1	0	0	$f_{osc}/2$
1	0	1	$f_{osc}/8$
1	1	0	$f_{osc}/32$
1	1	1	$f_{osc}/64$

Sumber: Atmel, 2002: 134

- SPI Status Register (SPSR)

SPI Status Register ditunjukkan dalam Gambar 2.5.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
ReadWrite	SPIF	WCOL	-	-	-	-	-	-	SPI2X
Initial Value	R	R	R	R	R	R	R	R/W	SPSR

Gambar 2.5 SPI Status Register

Sumber: Atmel, 2002: 134

- Bit 7 - SPIF : *SPI Interrupt Flag*

SPIF merupakan bendera yang digunakan untuk mengetahui bahwa proses pengiriman data 1 byte sudah selesai. Jika proses pengiriman data sudah selesai maka SPIF akan bernilai ‘1’.

- Bit 6 – WCOL : *Write Collision Flag*

WCOL digunakan untuk mengetahui apakah proses penulisan data pada SPDR sudah selesai atau masih dalam proses. Jika proses penulisan data pada SPDR masih berlangsung maka WCOL akan bernilai ‘1’ dan setelah selesai maka WCOL akan bernilai ‘0’.

- Bit 7 – SP12X : *Double SPI Speed Bit*

SP12X digunakan untuk melipat gandakan kecepatan SCK menjadi dua kali. Jika SP12X bernilai ‘1’ maka kecepatan SCK menjadi 2 kali lipat bila dibandingkan dengan pada saat SP12X bernilai ‘0’.

➤ SPI Data Register (SPDR)

SPDR ditunjukkan dalam Gambar 2.6.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
ReadWrite	MSB							LSB	SPDR
Initial Value	R/W	Undefined							

Gambar 2.6 SPI Data Register (SPDR)

Sumber: Atmel, 2002: 135

SPDR merupakan register yang digunakan untuk menyimpan data yang akan diterima pada komunikasi SPI.

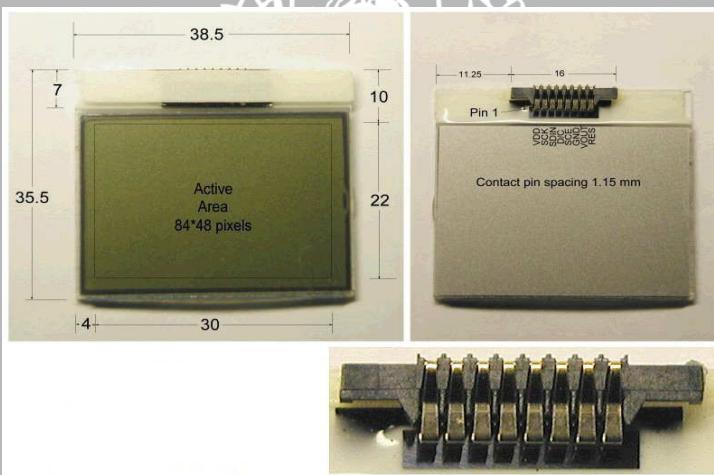
2.4 LCD

LCD yang digunakan dalam alat ini adalah LCD 84x48. LCD ini merupakan LCD dengan resolusi 48x84 piksel dengan ukuran display 38.5 x 35 mm, display aktif sebesar 30 x 22 mm. Rentang tegangan antara Vdd dan Vss sebesar 2.7 sampai 3.3V. Gambar 2.7 menunjukkan dimensi LCD 48x84.

LCD ini menggunakan driver LCD PCD8544. Komunikasi PCD8544 dengan mikrokontroler menggunakan SPI (*serial peripheral interface*). Blok diagram PCD8544 ditunjukkan dalam Gambar 2.9.

Konfigurasi pin tersebut adalah:

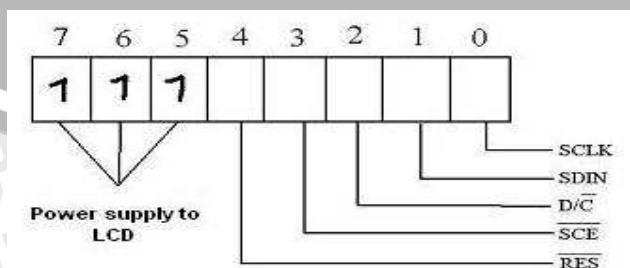
- R0...R47 *row driver outputs*. Pin ini merupakan pin untuk sinyal keluaran baris LCD.
- C0...C83 *column driver outputs*. Pin ini merupakan pin untuk sinyal keluaran kolom pada LCD.
- V_{SS1} dan V_{SS2} merupakan pin ground.
- V_{DD1} dan V_{DD2} merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
- V_{LCD1} dan V_{LCD2} merupakan pin catu daya untuk LCD
- SDIN (*serial data input*) merupakan pin untuk aliran input data.
- SCLK (*serial clock line*) merupakan pin untuk input *clock* yaitu 0.0 sampai 4.0 Mbits/s.



Gambar 2.7 Dimensi LCD 84x48

Sumber : Amontec, 2004: 1

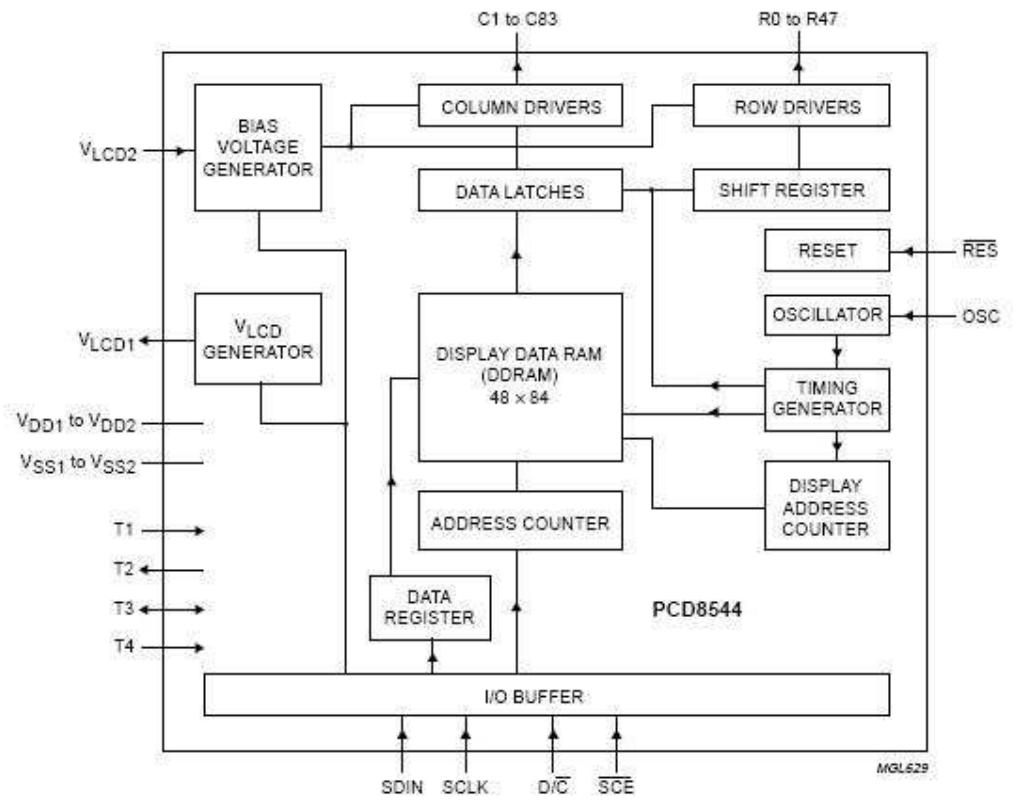
Konfigurasi pin LCD 84x48 ditunjukkan dalam Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Pin LCD 84x48

Sumber: Scienceprog, 2008: 1

- D/C (mode select) merupakan pin untuk memilih *command* atau data input.
- SCE (chip enable) merupakan pin untuk meaktifkan *clock*.
- OSC (oscillator)
- \overline{RES} (reset).



Gambar 2.9 Blok Diagram PCD8544

Sumber: Philips, 1999 : 4

2.4.1 Pengalamatan

Kolom dialamatoleh sebuah address pointer. Alamat kolomnya adalah : X 0 sampai X 83 (1010011). sedangkan untuk barisnya dibagi ke dalam enam bagian dan alamat barisnya dimulai dari Y 0 sampai Y 5 (101). Ada dua mode pengalamatan dalam menulis data ke LCD yaitu mode pengalamtan vertikal ($V=1$), dan mode pengalamatan horizontal ($V=0$). Penulisan data secara vertikal ditunjukkan dalam Gambar 2.10. Penglamatan mode horizontal ditunjukkan dalam Gambar 2.11.

Mode pengalamatan vertikal, alamat Y akan bertambah satu setelah pengiriman satu byte data. Dan setelah alamat Y berada pada alamat terakhir ($Y=5$), maka Y akan

kembali ke alamat awal ($Y=0$) dan alamat X bertambah satu ke kolom berikutnya setelah data satu byte selesai dikirim.

0	6						
1	7						
2							
3							
4							
5						503	

Gambar 2.10 Mode Pengalamatan Vertikal

Sumber : Philips, 1999 : 9

Dalam mode pengalamatan horizontal, alamat X akan meningkat satu angka setelah pengiriman satu byte data. Setelah X mencapai alamat terakhir ($X=83$), X akan kembali ke alamat awal ($X=0$) dan alamat Y akan meningkat satu angka yang berarti bahwa data akan dikirim ke baris selanjutnya. Pada akhir pengalamatan, ketika X berada pada alamat 83 dan Y pada alamat 5, ($X=83$ dan $Y=5$), maka alamat X dan Y akan kembali ke alamat awal ($X=0$ dan $Y=0$).

0	1	2					
84	85	86					
168	169	170					
252	253	254					
336	337	338					
420	421	422				503	

Gambar 2.11 Mode Pengalamatan Horizontal

Sumber: Philips, 1999 : 10

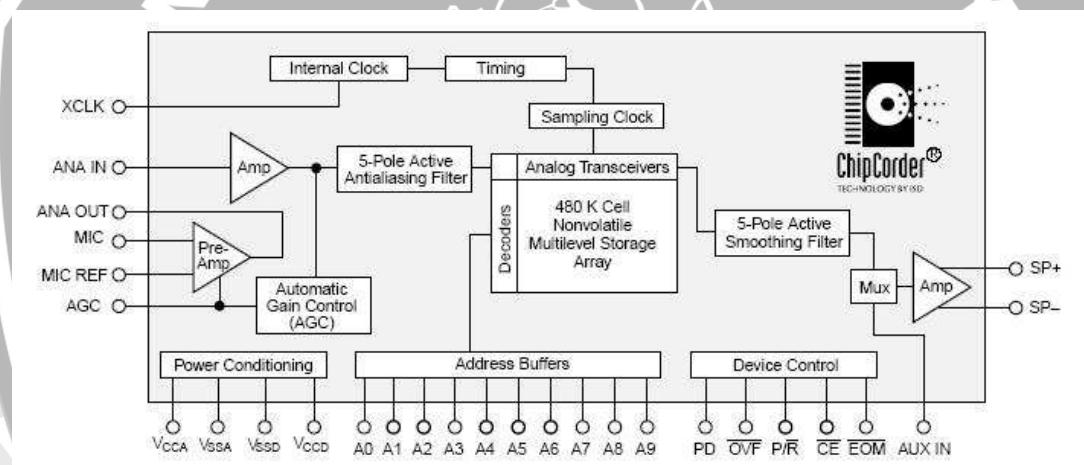
2.5 Memori Penyimpanan Suara

ISD25120 adalah piranti penyimpan suara yang digunakan dalam alat ini. Piranti CMOS ini dilengkapi dengan *oscillator*, *microphone preamplifier*, pengontrol

penguatan otomatis, *antialiasing filter*, *smoothing filter*, penguat speaker, dan penyimpan suara. ISD25120 merupakan ISD seri ISD2500 yang mampu menyimpan suara dengan durasi 120 second.

Proses perekaman dilakukan dengan cara merekam suara langsung pada chip memori. Tanpa proses digitalisasi dan tanpa proses kompresi. Suara dan sinyal audio yang tersimpan dalam chip ini dalam bentuk aslinya, dan tersedia dengan kualitas yang tinggi. ISD25120 merupakan chip yang kompatibel dengan mikrokontroler. Artinya alamat dan jalur kendali dapat dihubungkan dengan mikrokontroler, sehingga mengijinkan penyimpanan dan pengalamatan yang kompleks.

ISD25120 mempunyai 28 pin yang mempunyai fungsi masing-masing. Konfigurasi pin ISD25120 ditunjukkan dalam Gambar 2.12. Agar lebih mudah dalam merencanakan dan menggunakan ISD25120 maka perlu diketahui terlebih dahulu fungsi masing-masing pin.



Gambar 2.12 Blok Diagram IC ISD25120

Sumber: Winbond, 2002:3

Penjelasan pin ISD25120 adalah sebagai berikut:

➤ *Voltage Input* (V_{CCA}, V_{CCD})

Pin ini berfungsi untuk mengurangi noise, dimana rangkaian analog dan digital ISD25120 menggunakan bus power yang berbeda.

➤ *Ground Input* (V_{SSA}, V_{SSD})

Pin ini harus dihubungkan ke ground dengan impedansi rendah.

➤ *Power Down Input* (PD)

Ketika tidak digunakan untuk merekam atau memutar rekaman, PD diberi logika tinggi. Ketika \overline{OVF} berlogika rendah pada kondisi *overflow*, PD harus berlogika tinggi, untuk mereset alamat *pointer* agar kembali ke alamat awal.

➤ *Chip Enable Input (CE)*

\overline{CE} harus berlogika rendah pada saat operasi perekaman atau memainkan rekaman.

Alamat input (P/\overline{R}) ditahan oleh tepi turun dari sinyal \overline{CE} .

➤ *Playback/Record (P/R)*

Masukan (P/\overline{R}) ditahan oleh tepi turun dari sinyal \overline{CE} . Pada mode rekam pin P/\overline{R} harus berlogika rendah dan pada mode *playback* maka pin P/\overline{R} harus berlogika tinggi.

➤ *End-of-message / RUN Output (EOM)*

Sebuah tanda secara otomatis akan disisipkan pada tiap-tiap akhir perekaman. Sinyal EOM akan berlogika rendah selama periode T_{EOM} pada tiap-tiap akhir perekaman.

➤ *Overflow Output (OVF)*

Sinyal ini akan berlogika rendah pada memori terakhir, yang menandakan bahwa piranti telah terisi data dan mengalami *overflow* (penuh). Keluaran \overline{OVF} akan mengikuti masukan \overline{CE} sampai sinyal PD mereset piranti.

➤ *Microphone Input (MIC)*

Microphone Input mengirim sinyal suara ke *chip preamplifier*. AGC (*Automatic Gain Control*) dapat mengontrol penguatan dari 15 sampai 24 dB.

➤ *Microphone Reference Input (MIC REF)*

MIC REF merupakan input pembalik ke *Microphone Input*. MIC REF menyediakan input penunda *noise* atau *common-mode rejection* ke piranti ketika piranti dihubungkan ke mikrophone differensial.

➤ *Automatic Gain Control Input (AGC)*

AGC (*Automatic Gain Control*) berfungsi mengubah penguatan dari *preamplifier* untuk mengimbangi lebar jarak dari level *microphone input*. AGC memberikan jarak secara penuh dari suara rendah ke tinggi untuk direkam dengan distorsi minimal.

➤ *Analog Output (ANA OUT)*

Pin ini merupakan output *preamplifier* yang tersedia pada piranti ini, yang dapat digunakan oleh pengguna.

➤ *Analog Input (ANA IN)*

Pin *analog input* ini mengirim sinyal ke chip untuk proses perekaman.

➤ *External Clock Input (XCLK)*

untuk ISD 2500 mempunyai sebuah internal *pulldown*. Frekuensi *clock sampling* internal kurang lebih 1 % dari spesifikasi. Frekuensi ini bervariasi dari $\pm 2,25\%$ berada pada suhu kamar dan dalam *range* tegangan operasi. Internal *clock* mempunyai toleransi $\pm 5\%$ pada temperatur dan tegangan kerja. Jika pin XCLK tidak digunakan, pin ini harus dihubungkan ke *ground*.

➤ *Speaker Output (SP+/SP-)*

ISD 2500 telah mempunyai sebuah *driver on-chip* *diferensial speaker* yang dapat menjalankan speaker $16\ \Omega$. Speaker output berada pada level VSSA selama proses *record* dan *power down*.

➤ *Auxiliary input (AUX IN)*

Auxiliary input (AUX IN) dipilih melalui output amplifier dan pin output speaker ketika CE berlogika tinggi, P/R berlogika tinggi, dan pemutaran rekaman tidak aktif atau jika piranti pada keadaan *playback overflow*.

➤ *Address/mode input (Ax/Mx)*

Pin ini mempunyai dua fungsi tergantung pada level dari dua *Most Significant Bit* (MSB) dari alamat tersebut (A8 dan A9). Jika salah satu atau keduanya dari MSB berlogika rendah, semua input dianggap sebagai bit alamat dan digunakan sebagai awal alamat untuk proses *record* atau *playback cycle* terbaru. Alamat input ditahan transisi turun dari \overline{CE} . Jika kedua MSB berlogika tinggi, address/mode input dianggap sebagai bit mode.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penyusunan skripsi ini didasarkan pada masalah yang bersifat penerapan, yaitu perencanaan dan perealisasian alat agar dapat menampilkan unjuk kerja sesuai dengan yang direncanakan dengan mengacu pada rumusan masalah. Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan alat yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

3.1 Perancangan Alat

Metode perancangan yang digunakan adalah metode perancangan dari global ke khusus. Langkah awal yang dilakukan adalah menyusun blok diagram sistem keseluruhan untuk mempermudah memahami alur kerja alat. Kemudian mengumpulkan, mempelajari dan mengambil data-data yang diperlukan dalam perancangan. Setelah itu dilakukan perancangan bagian-bagian dari keseluruhan sistem dengan membuat rangkaian pada tiap-tiap bagian. Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan membuat diagram alir program utama dan selanjutnya membuat diagram alir bagian-bagian dari program utama.

3.2 Pembuatan Alat

Pembuatan alat dilakukan berdasarkan perencanaan yang telah dibuat, dimulai dengan pembuatan rangkaian tiap blok pada *project board* dilanjutkan dengan pengujian. Pembuatan PCB untuk tiap blok dilakukan setelah pengujian. Pembuatan layout PCB dilakukan dengan menggunakan *software* Eagle 4.11. Langkah selanjutnya adalah penyolderan komponen ke PCB yang sudah dibuat.

Pembuatan perangkat lunak dilakukan dengan merancang diagram alir program utama, kemudian dilanjutkan dengan merancang diagram alir bagian-bagian program. Setelah itu menyusun program sesuai dengan diagram alir yang telah dibuat, dengan menggunakan bahasa C. *Software* yang digunakan untuk mengeksekusi program adalah CodeVisionAVR sedangkan *downloader* yang digunakan adalah *software* Mywrite. Proses debug dilakukan secara manual dengan membandingkan hasil yang diinginkan dengan performansi alat.

3.3 Pengujian Alat

Untuk mengetahui unjuk kerja piranti, dilakukan pengujian sistem. Pengujian dilakukan pada masing-masing blok setelah itu dilakukan pengujian secara keseluruhan. Pengujian software dan hardware dilakukan secara bersamaan, dengan membandingkan performansi alat dengan yang diinginkan. Pengujian itu meliputi pengujian tombol dan led, pengujian LCD, pengujian IC penyimpan suara. Setelah diuji per bagian, maka bagian-bagian sistem tersebut dirangkai menjadi satu sistem, kemudian dilakukan pengujian keseluruhan sistem. Setelah melakukan pengujian dan melihat unjuk kerja keseluruhan sistem, kemudian diambil kesimpulan dengan cara membandingkan unjuk kerja sistem dengan spesifikasi sistem yang ditetapkan.



BAB IV

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Bab ini menjelaskan mengenai perencanaan spesifikasi alat, diagram blok sistem beserta penjelasannya, dan penjelasan per blok sistem. Selain penjelasan tentang perangkat keras dari alat yang dirancang, juga akan dijelaskan mengenai perangkat lunak yang terdapat dalam sistem yang dirancang.

4.1 Spesifikasi Alat

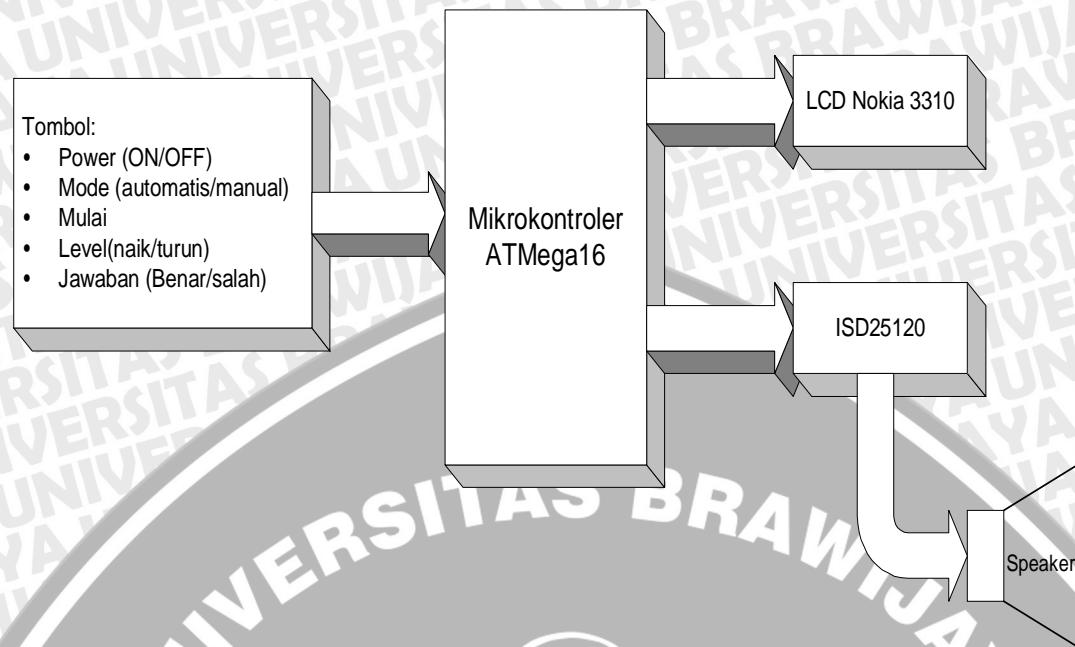
Hal pertama yang perlu dilakukan sebelum melakukan perancangan dan pembuatan alat adalah penentuan spesifikasi alat yang akan dibuat. Spesifikasi alat yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

- 1) Sumber tegangan yang digunakan adalah baterai 9-12 V DC.
- 2) Pengendali utama keseluruhan sistem adalah mikrokontroler ATMega16.
- 3) 8 tombol sebagai masukan.
- 4) 6 led sebagai penanda level.
- 5) Huruf hijaiyah ditampilkan pada LCD 84x48.
- 6) IC yang digunakan sebagai penyimpan dan pemutar suara adalah ISD25120.
- 7) Speaker digunakan sebagai keluaran suara.
- 8) Banyaknya soal yang tersedia adalah 360 soal yang terbagi menjadi 6 level.
- 9) Soal-soal dalam alat diambil dari buku "Iqro' Cara Cepat Belajar Membaca Al-Qur'an" karangan KH.As'ad Human.

4.2 Perancangan Sistem

Pada tahap perancangan sistem, dibuat terlebih dahulu blok diagram alat. Blok diagram lengkap alat bantu menghafal huruf hijaiyah ditunjukkan dalam Gambar 4.1.

Alat ini mempunyai delapan tombol sebagai masukan yang berfungsi untuk memilih mode, menampilkan soal, memilih jawaban, dan memilih level. Blok ATMega16 berfungsi sebagai pengendali utama keseluruhan sistem. Huruf hijaiyah ditampilkan pada LCD 84x48. ISD25120 mempunyai fungsi sebagai penyimpan dan pemutar suara. Speaker berfungsi sebagai output suara dari ISD.



Gambar 4.1 Blok Diagram Keseluruhan Sistem

4.2.1 Prinsip Kerja Sistem

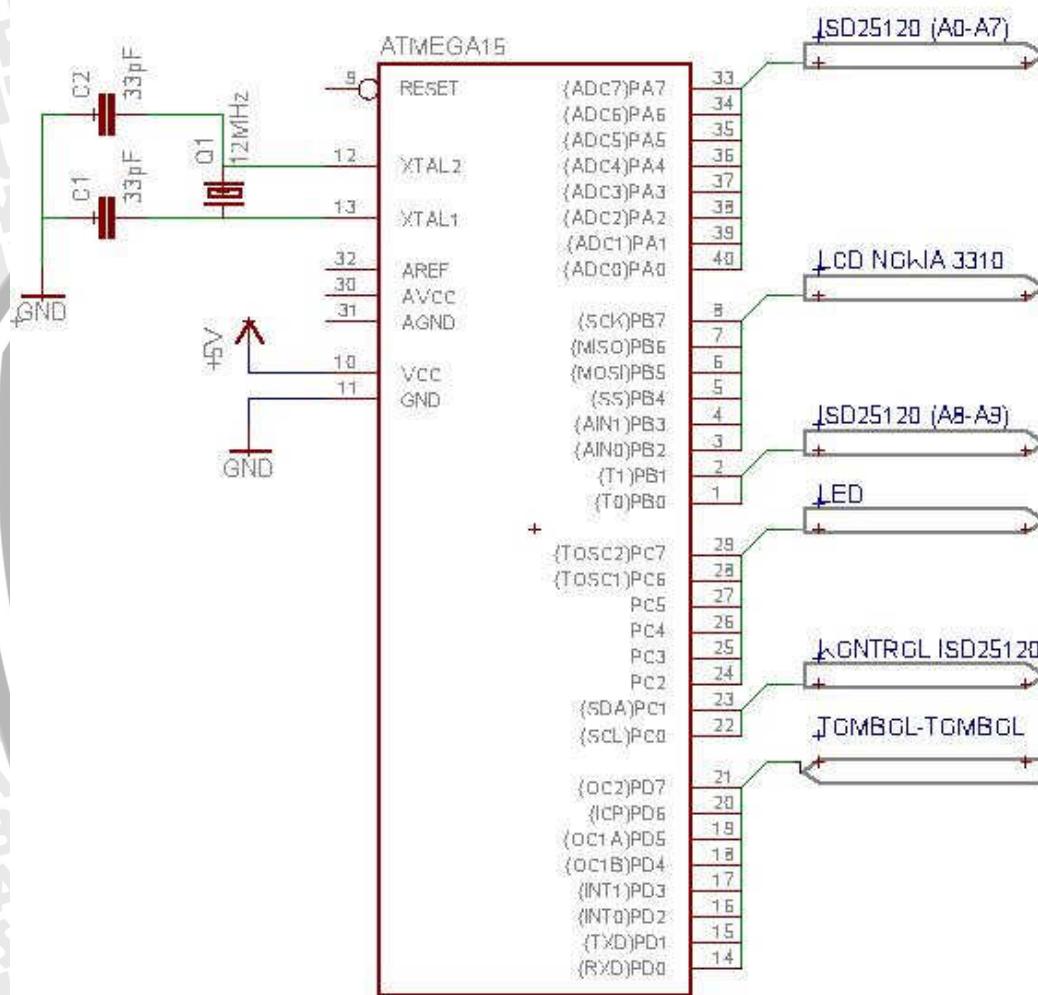
Cara kerja sistem alat ini adalah sebagai berikut: setelah alat dinyalakan, pengguna memilih mode yang diinginkan, yaitu mode automatis atau manual. Jika yang dipilih adalah mode manual, langkah berikutnya pengguna memilih level soal. Soal tampil setelah ditekan tombol mulai. Kemudian pengguna memberikan jawaban dengan menekan tombol benar atau salah. Mikrokontroler kemudian mengecek jawaban pengguna, menunjukkan jawaban tersebut benar atau salah, dan menambah nilai jika jawaban benar. Kemudian IC pemutar suara menunjukkan bacaan yang sesuai dengan tulisan yang ditampilkan LCD. Selanjutnya alat menampilkan soal berikutnya setelah tombol mulai ditekan. Proses seperti yang telah disebutkan, berulang sampai pada soal terakhir.

Setelah soal terakhir ditampilkan, pengguna memilih level yang dinginkan, untuk mode manual. Jika yang dipilih adalah mode automatis, maka mikrokontroler mengecek apakah nilai yang diperoleh memenuhi syarat untuk naik level atau tidak. Jika nilai yang diperoleh memenuhi syarat untuk naik level, maka level naik secara automatis. Sebaliknya, jika nilai tidak memenuhi syarat, maka level tetap.

4.3 Perancangan Perangkat keras

4.3.1 Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler ATMega16

Blok rangkaian ini berfungsi sebagai pengendali utama keseluruhan sistem. Mikrokontroler berfungsi menyimpan *database* soal, mengacak soal, memproses masukan, mengendalikan tampilan LCD dan pemutaran suara oleh ISD25120. Rangkaian mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler Atmega16

Mikrokontroler ATMega16 mempunyai 4 port yaitu port A, port B, port C, dan port D, dan 32 jalur yang bisa digunakan sebagai masukan atau keluaran. Pin-pin yang digunakan dalam perancangan adalah sebagai berikut:

- 1) Port A0-A7, dan Port B0-B1 digunakan untuk menunjuk alamat suara yang tersimpan dalam ISD25120.
- 2) Port B2-B7 digunakan untuk jalur komunikasi SPI dengan LCD.

- 3) Port C1-C2 digunakan untuk kontrol ISD.
- 4) Port D1-D7 digunakan untuk masukan tombol-tombol.
- 5) XTAL 1 dan XTAL 2 digunakan sebagai input rangkaian *clock* eksternal mikrokontroler. Penggunaan pin mikrokontroler ATMega16 ditunjukkan dalam Tabel 4.1.

Mikrokontroler membutuhkan *clock* untuk bekerja. Dalam perancangan ini digunakan *clock eksternal*. Sumber *clock eksternal* ini berupa kristal 12MHz yang dihubungkan secara paralel dengan dua buah kapasitor 22pF.

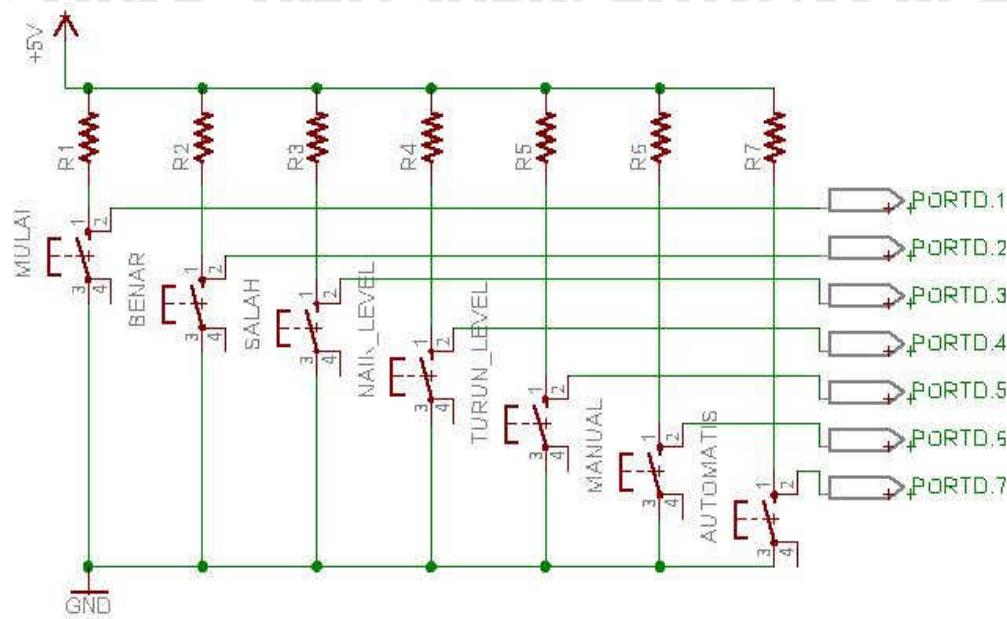
Tabel 4.1 Fungsi Pin ATMega16

No.Pin	Pin-pin	Fungsi
33-40,1, 2	Port A0-A7,B0,B1	Alamat ISD mulai A0-A7
4	Port B3	Masukan pin D/C LCD
5	Port B4	Masukan pin SCE
6	Port B5	Masukan pin SDIN
7	Port B6	Masukan pin RES
8	Port B7	Masukan pin SCK
22	Port C0	Kontrol ISD (pin CE)
23	Port C1	Kontrol ISD (pin PD)
24-29	Port C2-C7	Led penanda level
15	Port D1	Tombol mulai
16	Port D2	Tombol benar
17	Port D3	Tombol salah
18	Port D4	Tombol naik level
19	Port D5	Tombol turun level
20	Port D6	Mode manual
21	Port D7	Mode automatis

4.3.2 Rangkaian Antarmuka Tombol dengan Mikrokonroler

Interaksi antara alat dengan pengguna dilakukan melalui tombol masukan. Ada 8 tombol yang menjadi masukan alat ini. 7 dari tombol-tombol tersebut diantarmukakan dengan mikrokontroler. Satu tombol yang lain adalah tombol untuk menyalakan alat. Rangkaian antarmuka tombol dengan mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 4.3.

Pada saat saklar terbuka, tegangan port mikrokontroler sama seperti tegangan Vcc. Dan ketika saklar tertutup maka tegangan port mikrokontroler adalah nol.



Gambar 4.3 Rangkaian Antarmuka Tombol dengan Mikrokontroler

Besar $I_{IH} = 1 \mu A$, $V_{CC} = 5 V$, dan $V_{IH(\text{minimal})} = 3 V$. Tegangan minimum masukan port mikrokontroler pada logika tinggi adalah 3 V, sehingga R maksimum rangkaian tersebut adalah:

$$R (\text{maksimum}) = \frac{V_{CC} - V_{IH}}{I_{IH} (\text{maks})} = \frac{5 - 3}{10^{-6}} = 2 M\Omega$$

Perancangan ini menggunakan resistor 10 k Ω . Sehingga tegangan pada port mikrokontroler adalah:

$$V_{IH} = V_{CC} - (I_{IH} \times R) = 5 - (10^{-6} \times 10^4) = 5 - 0,01 = 4,99 V$$

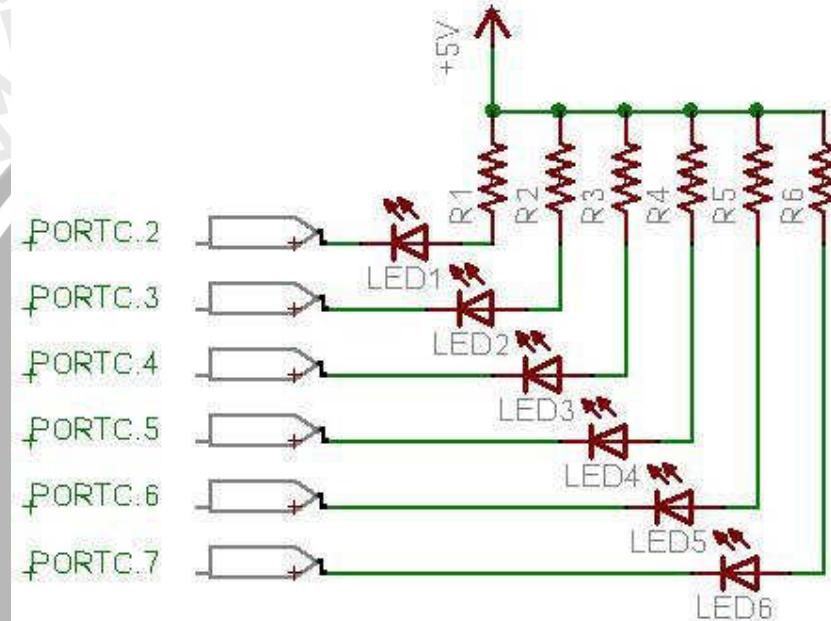
4.3.3 Rangkaian Antarmuka Led dengan Mirokontroler

Soal yang terdapat dalam alat ini sebanyak 360 soal yang terbagi ke dalam 6 level. Level-level dapat dilihat dari nyala led penanda level. Rangkaian antarmuka led dengan mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 4.4. Pada saat mikrokontroler memberikan logika tinggi, perbedaan tegangan antara kedua ujung led adalah nol. Sehingga mengakibatkan tidak ada arus yang mengalir dan led mati. Sebaliknya, jika mikrokontroler memberikan logika rendah, maka arus akan mengalir dari Vcc ke Port, dan led menyala.

Tegangan maju led pada I_F 10 mA adalah sebesar 1,9 V. Perhitungan resistor yang digunakan dalam rangkaian ini adalah

$$V = R \cdot I_F + V_{led}$$

$$R = \frac{5 - 1,9}{10 \cdot 10^{-3}} = 310 \Omega \text{ (Perancangan ini menggunakan resistor } 330 \Omega)$$



Gambar 4.4 Rangkaian Antarmuka Led dengan Mikrokontroler

4.3.4 Rangkaian Antarmuka LCD Mikrokontroler

LCD 84x48 adalah LCD yang digunakan untuk menampilkan huruf hijaiyah pada alat ini. Skematik rangkaian LCD ditunjukkan dalam Gambar 4.5. Pin-pin D/C, SCLK, SDIN, SCE, dan RES diantarmukakan dengan mikrokontroler.

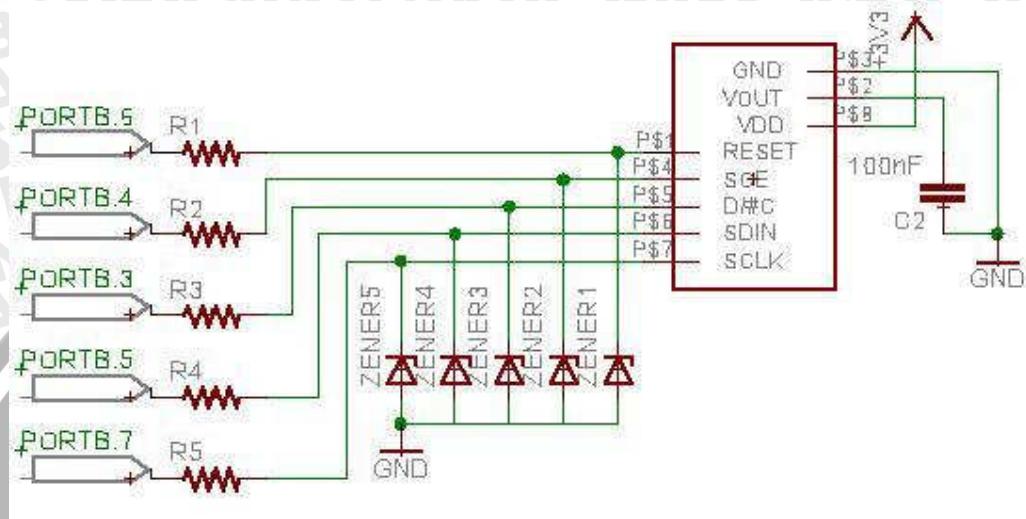
Pin LCD membutuhkan tegangan masukan minimal 2,31 V dan maksimal 3,3 V untuk logika tinggi. Tegangan yang dihasilkan oleh mikrokontroler pada logika tinggi adalah 5 V, sehingga dibutuhkan pengatur tegangan untuk menghasilkan tegangan yang sesuai. Untuk itu dirancang rangkaian pengatur tegangan yang memanfaatkan zener 3,3 V.

Tegangan keluaran dari mikrokontroler untuk logika tinggi sebesar 5 V. Arus output mikrokontroler pada Vcc 5 volt adalah sebesar 20 mA.

$$V_{\mu k} = V_R + V_Z$$

$$5 = (I_{OH} \cdot xR) + 3,3$$

$$R = \frac{5 - 3,3}{0,020} = 85 \Omega \text{ (Resistor yang digunakan adalah } 82 \Omega)$$

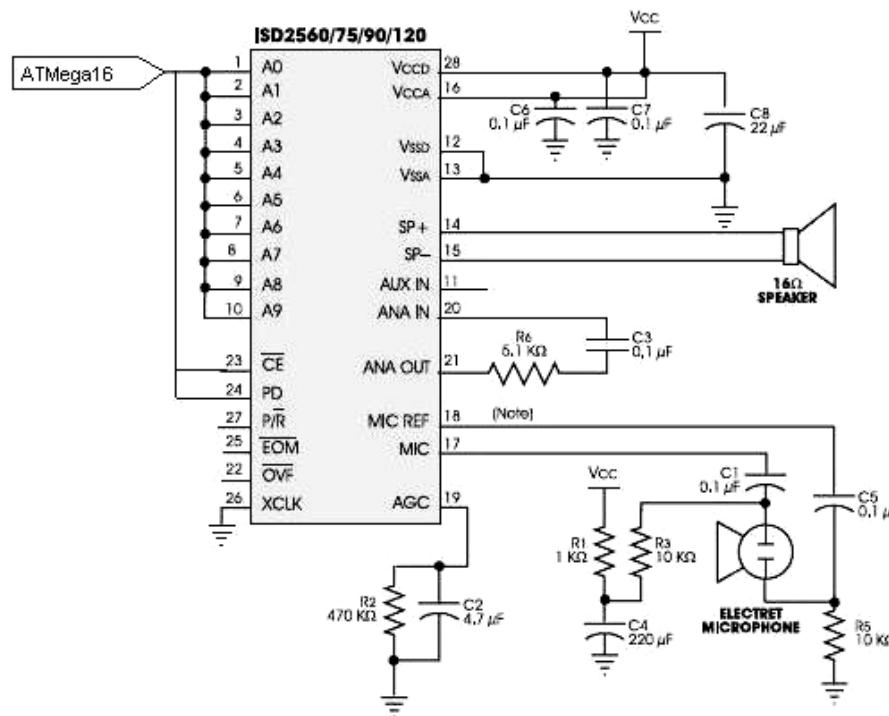


Gambar 4.5 Rangkaian Antarmuka LCD dengan Mikrokontroler

4.3.5 Rangkaian Antarmuka Penyimpanan Suara dengan Mikrokontroler

Piranti yang digunakan sebagai perekam suara dan sekaligus pemutar suara yang telah direkam adalah ISD25120. Piranti ini dapat menyimpan suara dengan durasi 120 detik, yang terbagi menjadi 600 ruang alamat.

Blok rangkaian ISD25120 ditunjukkan dalam Gambar 4.6. Piranti ini mempunyai 10 jalur alamat, sehingga mempunyai $10^2 = 1024$ ruang alamat. Dari 1024 ruang alamat, yang dapat digunakan untuk menyimpan suara adalah 600 ruang alamat. Piranti ini mempunyai durasi 120 detik, sehingga setiap detik membutuhkan 5 ruang alamat. Pin kontrol yang digunakan untuk merekam dan memutar suara adalah pin PD, \overline{CE} , dan $\overline{P/R}$.



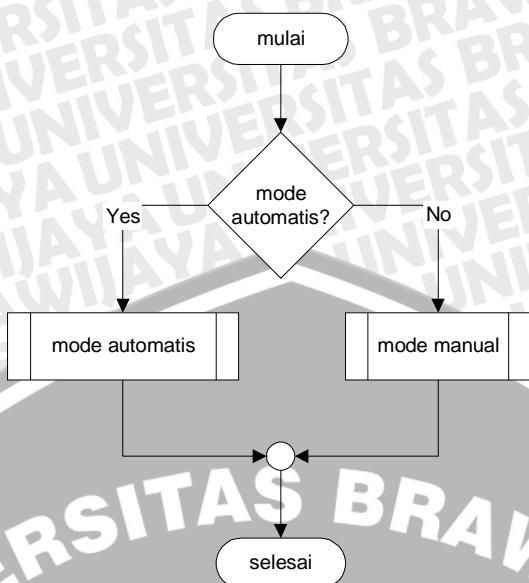
Gambar 4.6 Rangkaian Antarmuka ISD25120 dengan Mikrokontroler

4.4 Perancangan Perangkat Lunak

4.4.1 Perangkat Lunak Mikrokontroler

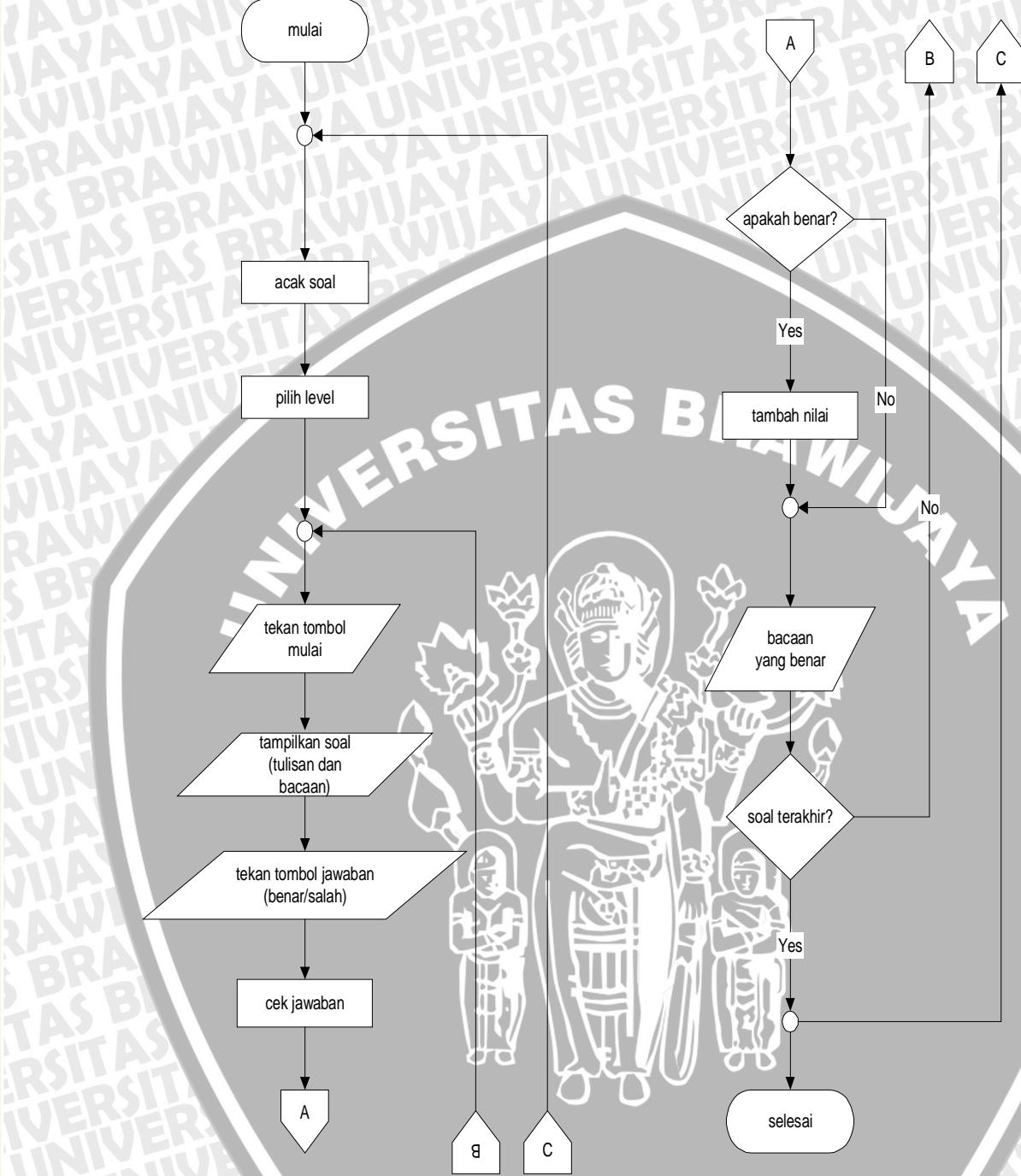
Perangkat keras dapat bekerja sesuai rancangan, jika didukung oleh perangkat lunak. Dalam perancangan ini, program disusun menggunakan bahasa C yang sesuai dengan mikrokontroler ATMega16. Program utama merupakan inti dari seluruh perancangan perangkat lunak yang akan dipakai.

Prinsip kerja alat ini adalah sebagai berikut: pada saat tombol ON ditekan, ISD memunculkan suara “Mari Belajar Huruf Hijaiyah”. Kemudian pengguna memilih mode automatis atau manual. *Flowchart* pemilihan mode ditunjukkan dalam Gambar 4.7. *Flowchart* mode manual ditunjukkan dalam Gambar 4.8. *Flowchart* mode automatis ditunjukkan dalam Gambar 4.9. Level akan naik secara automatis jika pengguna memilih mode automatis. Jika pengguna memilih mode manual, maka pengguna memilih level secara manual.

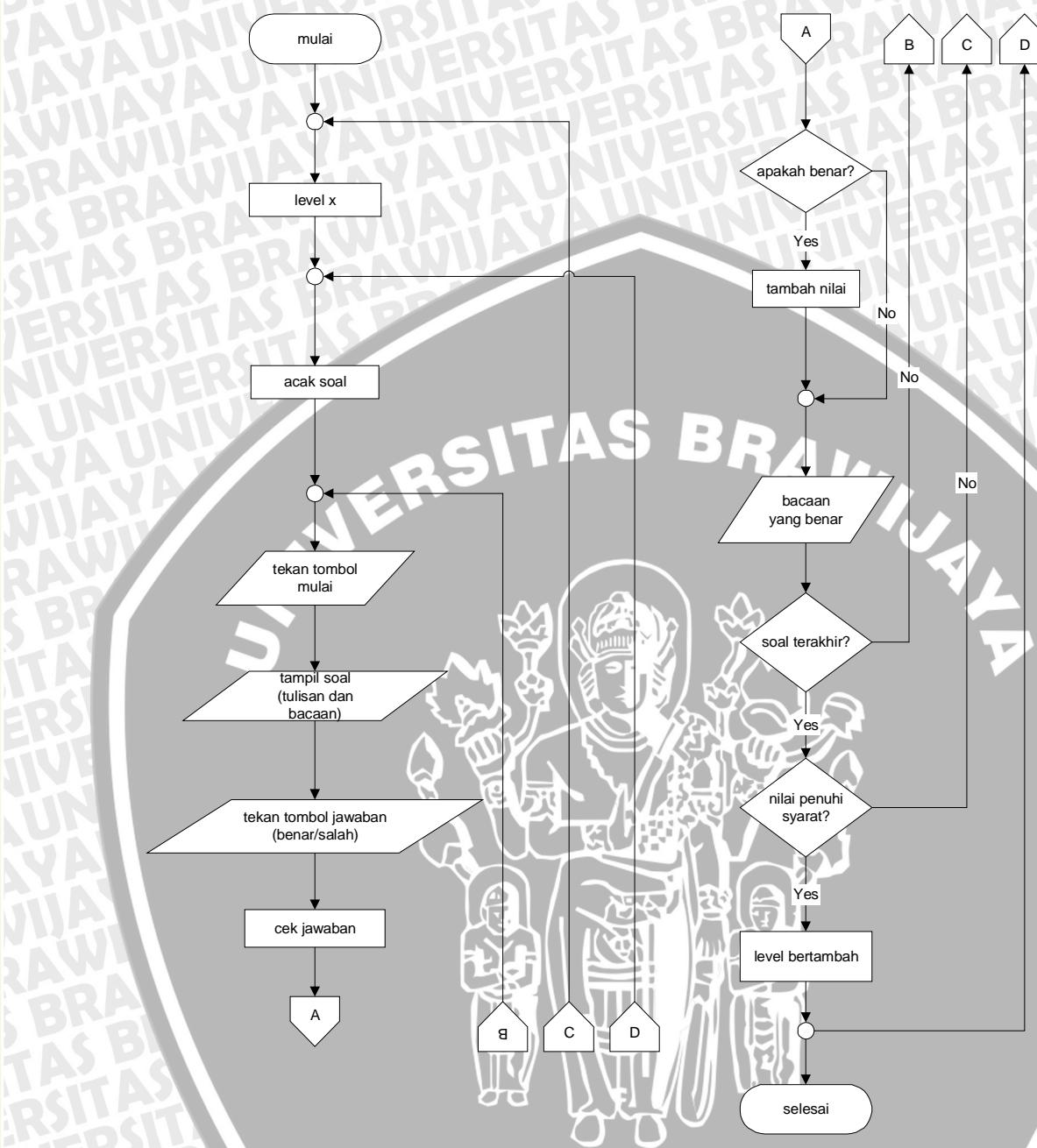


Gambar 4.7 Flowchart Pemilihan Mode

Tampilan pertama alat ini adalah soal-soal pada level pertama untuk mode automatis, dan untuk mode manual, soal yang ditampilkan sesuai dengan level yang dipilih. Untuk menampilkan soal, dilakukan dengan menekan tombol mulai. Setelah soal muncul berupa tulisan di LCD dan bacaannya, pengguna memilih jawaban dengan memilih benar atau salah. Mikrokontroler memeriksa dan menunjukkan apakah jawaban pengguna benar atau salah. Kemudian alat akan menunjukkan bacaan yang benar, yang sesuai dengan tulisan pada LCD. Jika jawaban pengguna benar, maka nilai akan bertambah. Setelah semua soal pada level tersebut selesai dan nilai memenuhi, level akan bertambah secara automatis, pada mode automatis.



Gambar 4.8 Flowchart Mode Manual

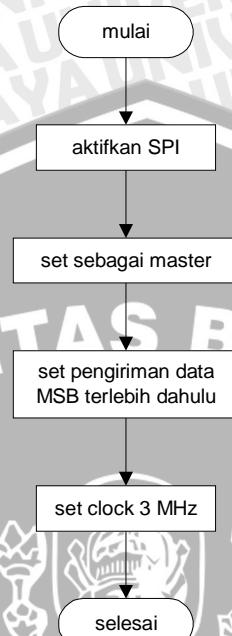


Gambar 4.9 Flowchart Mode Automatis

4.4.1.1 Komunikasi SPI

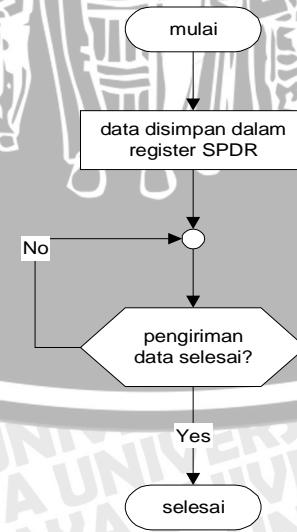
Komunikasi LCD dengan mikrokontroler menggunakan komunikasi SPI. Untuk mengaktifkannya, SPI diinisialisasi terlebih dahulu. *Flowchart* inisialisasi SPI ditunjukkan dalam Gambar 4.10. Untuk mengaktifkan SPI, bit SPE diberi logika 1. LCD 84x48 memerlukan *clock* 4 MHz dan pengiriman datanya dimulai dari MSB terlebih dahulu. Mikrokontroler menggunakan *clock* eksternal berupa kristal 12 MHz. Untuk mendapatkan *clock* sebesar 4 MHz, konfigurasi SPR1, SPR0, dan SPI2X

berlogika *low*. Sehingga didapat *clock* 3 MHz (di bawah 4 MHz). DORD diberi logika 0 untuk mengeset pengiriman data yang dimulai dari bit MSB. Karena mikrokontroler dikonfigurasikan sebagai *master*, maka bit MSTR diberi logika 1.



Gambar 4.10 Flowchart Inisialisasi SPI

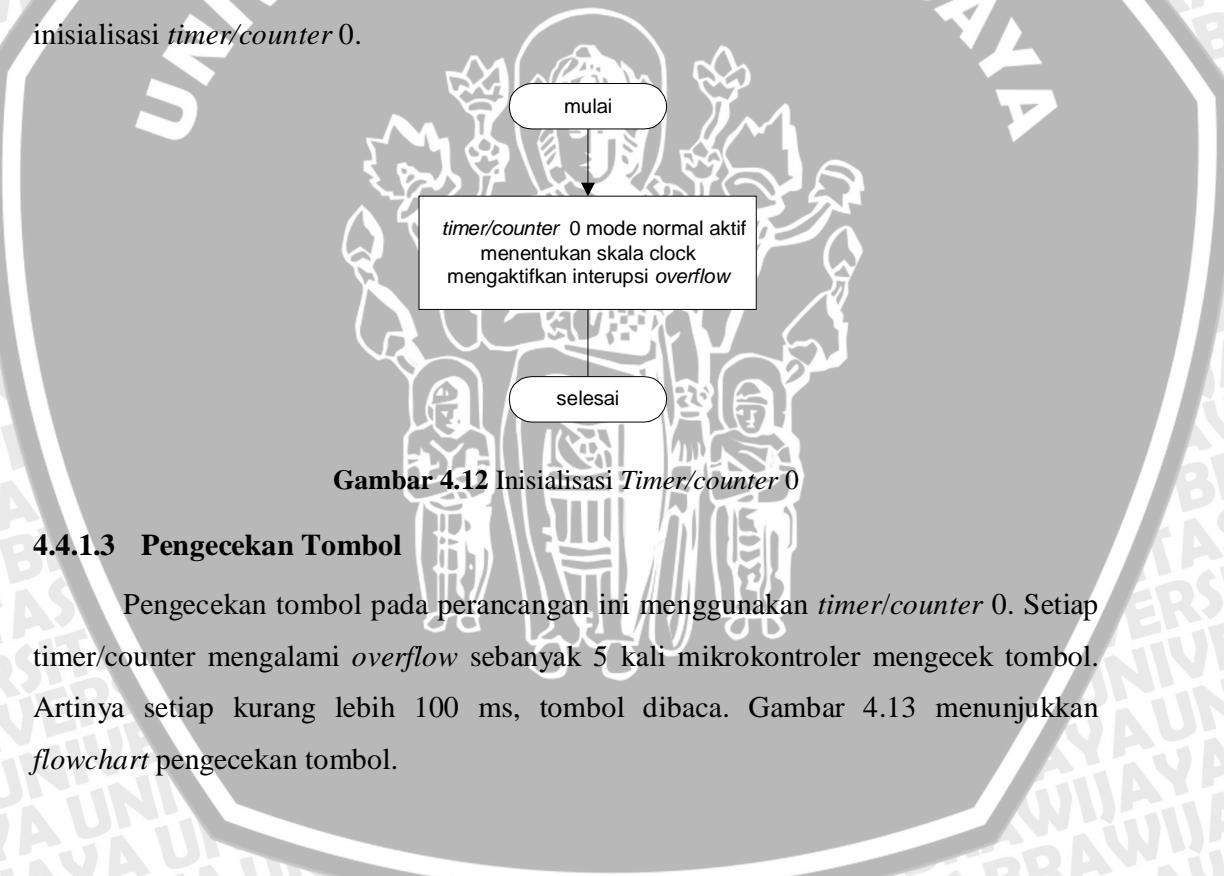
Pengiriman data dapat dilakukan setelah SPI diinisialisasi. *Flowchart* pengiriman data dengan menggunakan komunikasi SPI ditunjukkan dalam Gambar 4.11. Data disimpan dalam register SPDR, kemudian data dikirim oleh mikrokontroler secara serial. Jika pengiriman selesai, bit SPIF pada register SPSR berlogika 1.



Gambar 4.11 Flowchart Pengiriman Data dengan SPI

4.4.1.2 Timer / Counter 0

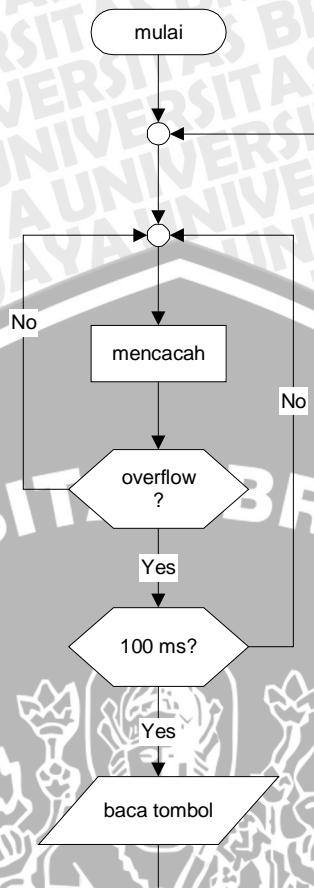
Pengecekan tombol pada perancangan ini menggunakan *timer/counter* 0. *Timer/counter* dalam perancangan ini berfungsi sebagai sumber *interrupt*. *Timer/counter* 0 mempunyai register TCNT0 yang berfungsi menyimpan data cacahan sebesar 8 bit. Jadi *timer/counter* dapat melakukan cacahan dari 0x00 sampai 0xFF atau 0 sampai 255. Pada perancangan ini, diperlukan pengecekan tombol setiap kurang lebih 100 ms. Untuk itu interval *clock* yang dipilih adalah yang terbesar yaitu 1024. Dengan mengisi register TCCR0 dengan data 5, interval 1024 adalah interval yang dipilih. Mikrokontroler yang digunakan menggunakan kristal 12 MHz, sehingga *clock* mikrokontroler adalah 0,083 μ s. Isi register TCNT0 naik setiap $1024 \times 0,083 \mu\text{s} = 85,3 \mu\text{s}$. Untuk mencapai nilai maksimum diperlukan waktu selama $256 \times 85,3 \mu\text{s} = 21845,3 \mu\text{s}$. Untuk mendapatkan 100 ms, maka isi register TCNT0 dikalikan 5. Gambar 4.12 menunjukkan *flowchart* inisialisasi *timer/counter* 0.



Gambar 4.12 Inisialisasi *Timer/counter* 0

4.4.1.3 Pengecekan Tombol

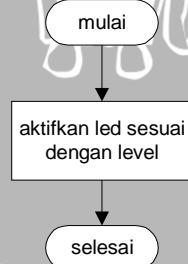
Pengecekan tombol pada perancangan ini menggunakan *timer/counter* 0. Setiap *timer/counter* mengalami *overflow* sebanyak 5 kali mikrokontroler mengecek tombol. Artinya setiap kurang lebih 100 ms, tombol dibaca. Gambar 4.13 menunjukkan *flowchart* pengecekan tombol.



Gambar 4.13 Flowchart Pengecekan Tombol

4.4.1.4 Perangkat Lunak Led

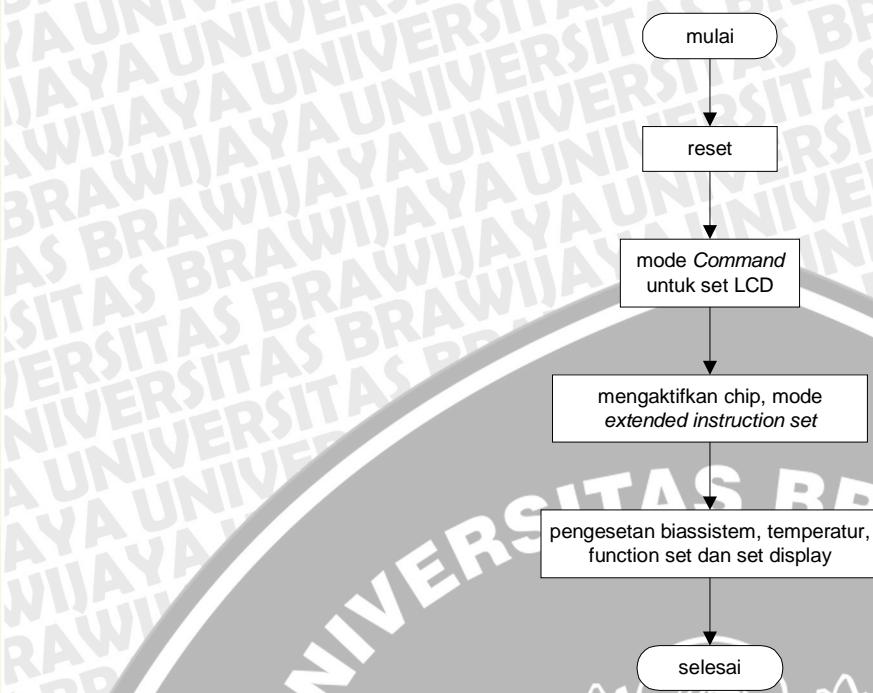
Banyaknya led yang menyala adalah sama dengan level soal pada saat itu. Mikrokontroler memberi logika low ketika mengaktifkan led. *Flowchart* pengendalian nyala led ditunjukkan dalam Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Flowchart Pengaktifan led

4.4.1.5 Perangkat Lunak LCD

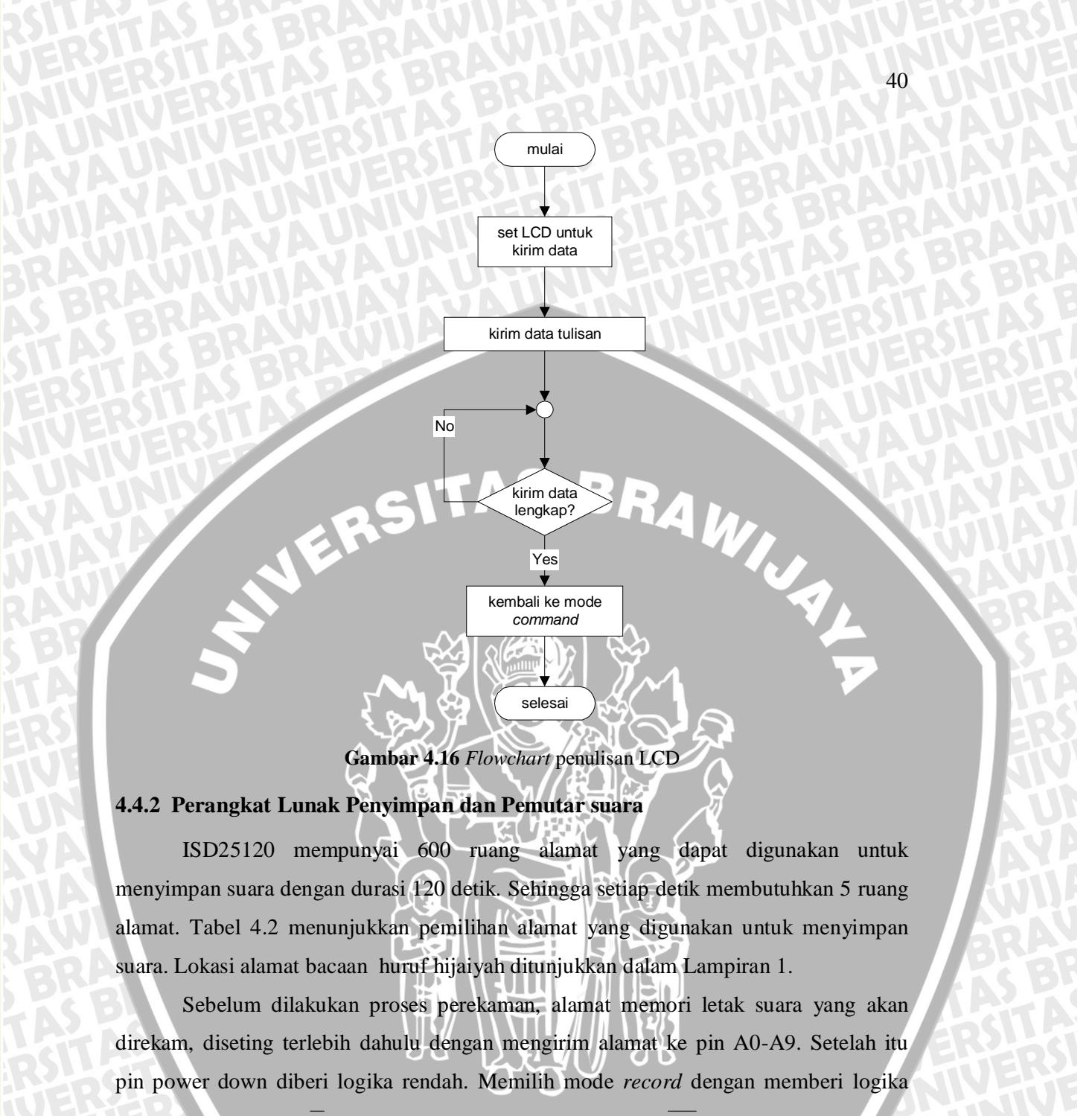
Komunikasi LCD 84x48 dengan mikrokontroler menggunakan komunikasi SPI. LCD ini menggunakan driver LCD 48x84 piksel PCD8544.



Gambar 4.15 Flowchart inisialisasi LCD

Pengiriman perintah untuk inisialisasi LCD diawali dengan mereset LCD dengan memberi logika *low*. *Flowchart* inisialisasi LCD ditunjukkan dalam Gambar 4.15. Setelah LCD direset, keadaan LCD adalah sebagai berikut: tidak aktif ($PD=1$), pengalaman secara *horizontal* ($V=0$), *display* kosong (bit $E=D=0$). Untuk mengaktifkan LCD, maka bit PD harus diberi logika *low*. Agar *display* dalam keadaan mode normal, maka D harus berlogika *high*. Untuk memberi logika *high* pada bit D, maka H diberi logika *low*.

Flowchart pengiriman data untuk penulisan LCD ditunjukkan dalam Gambar 4.16. D/\bar{C} harus diberi logika *high* agar data dapat dituliskan pada LCD. Setelah data dikirim, D/\bar{C} diberi logika *low*.



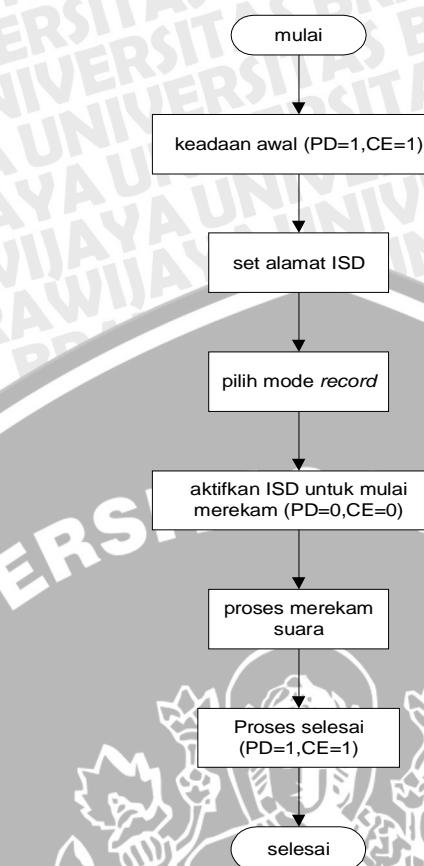
Gambar 4.16 Flowchart penulisan LCD

4.4.2 Perangkat Lunak Penyimpan dan Pemutar suara

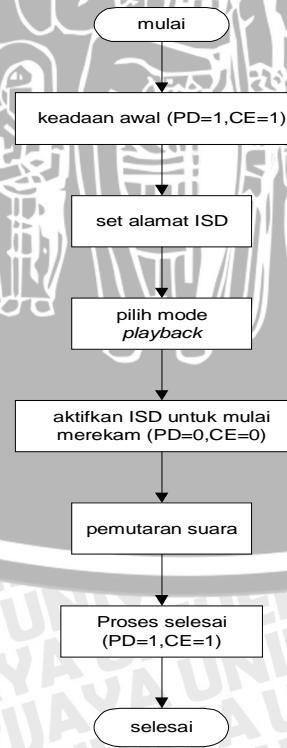
ISD25120 mempunyai 600 ruang alamat yang dapat digunakan untuk menyimpan suara dengan durasi 120 detik. Sehingga setiap detik membutuhkan 5 ruang alamat. Tabel 4.2 menunjukkan pemilihan alamat yang digunakan untuk menyimpan suara. Lokasi alamat bacaan huruf hijaiyah ditunjukkan dalam Lampiran 1.

Sebelum dilakukan proses perekaman, alamat memori letak suara yang akan direkam, disetting terlebih dahulu dengan mengirim alamat ke pin A0-A9. Setelah itu pin power down diberi logika rendah. Memilih mode *record* dengan memberi logika rendah pada pin P/R . Untuk memulai perekaman, pin \overline{CE} diberi logika rendah. Flowchart proses perekaman suara pada ISD ditunjukkan dalam Gambar 4.17.

Pemutaran suara dari ISD dimulai dengan memilih alamat suara yang akan diputar dengan mengirim alamat ke pin A0-A9. Gambar 4.18 menunjukkan *flowchart* untuk menghasilkan suara dari ISD. Kemudian dipilih mode pemutaran dengan memberi logika tinggi pada pin P/R . Memberi logika rendah pada power down, dan untuk memulai pemutaran suara, pin \overline{CE} diberi logika rendah.



Gambar 4.17 Flowchart Proses Perekam Suara



Gambar 4.18 Flowchart untuk Menghasilkan Suara

Tabel 4.2 Lokasi Alamat Suara untuk Petunjuk Penggunaan Alat

Alamat (desimal)	Alamat (Heksadesimal)	Alamat (Biner)	Durasi (Detik)	Suara yang direkam
425	1A9	01 1010 1001	4	Mari belajar huruf hijaiyah
445	1BD	01 1011 1101	2	Level
455	1C7	01 1100 0111	1	1
460	1CC	01 1100 1100	1	2
465	1D1	01 1101 0001	1	3
470	1D6	01 1101 0110	1	4
475	1DB	01 1101 1011	1	5
480	1E0	01 1110 0000	1	6
485	1E5	01 1110 0101	1	Tekan
490	1EA	01 1110 1010	1	Untuk
500	1F4	01 1111 0100	1	Mengacak
505	1F9	01 1111 1001	1	Acak
510	1FE	01 1111 1110	1	Soal
515	203	10 0000 0011	1	Mulai
520	208	10 0000 1000		Berhenti
525	20D	10 0000 1101	3	Pilih jawaban dengan menekan
540	21C	10 0001 1100	2	Benar atau salah
550	226	10 0010 0110	1	Bagus
555	22B	10 0010 1011	2	Coba lagi
565	235	10 0011 0101	2	Bacaan yang benar adalah
575	23F	10 0011 1111	1	Memilih
580	244	10 0100 0100	2	Penanda benar
590	24E	1001001110	2	Penanda salah

4.4.3 Huruf

Data untuk mencetak huruf pada LCD diperoleh dengan cara menggambarkan karakter huruf yang diinginkan pada *software* fastLCD. Karakter huruf hijaiyah ditunjukkan dalam Tabel 4.4. Karakter harokat huruf hijaiyah ditunjukkan dalam Tabel

4.3. Kemudian dengan *software* itu diperoleh data dari karakter huruf yang kita inginkan berupa data heksadesimal.

Data didapat dari setiap satu piksel gambar yang telah dibuat di *software* tersebut. Jika terdapat suatu titik pada piksel, maka data yang diperoleh berlogika satu. Jika tidak ada titik pada piksel, maka data berlogika rendah. Data tersebut kemudian diubah ke heksadesimal.

Data heksadesimal yang diperoleh dari fastLCD, kemudian dikirim oleh mikrokontroler menggunakan komunikasi SPI ke LCD. LCD 84x48 terdiri dari 48x84 piksel. Secara vertikal dibagi ke dalam 6 bank yaitu 0-5. Dalam perancangan ini penulisan pada LCD dilakukan secara horizontal. Data huruf kemudian dikirim per 8 bit secara vertikal. Satu bit mengisi satu piksel LCD. Karena yang dipilih adalah mode horizontal, maka setelah bit terakhir, data berikutnya dikirim ke kolom berikutnya. Letak piksel yang dikirim ditentukan terlebih dahulu oleh mikrokontroler.

Tabel 4.3 Karakter Harokat

Nama Harokat	Karakter	Data Harokat
Fathah	↑	↑
Kasrah	↓	↓
Dammah	↔	↔

Tabel 4.4 Karakter Huruf Hijaiyah

Nama Huruf	Karakter Huruf	Data Huruf	Nama Huruf	Karakter Huruf	Data Huruf
Alif	↑	↑	<i>ta'</i>	↑	↑
<i>ba'</i>	↓	↓	<i>sa'</i>	↓	↓

Nama Huruf	Karakter Huruf	Data Huruf
jīm	ج	ج
hā'	ح	ح
kha'	خ	خ
dāl'	د	د
zāl'	ذ	ذ
rā'	ر	ر
zai	ز	ز
sīn	س	س
syīn	ش	ش
sād	ص	ص
dād	ض	ض
tā'	ط	ط

Nama Huruf	Karakter Huruf	Data Huruf
zā'	ظ	ظ
'ain	ع	ع
gain	غ	غ
fā'	ف	ف
qāf	ق	ق
kāf	ك	ك
lām	ل	ل
mīm	م	م
nūn	ن	ن
wawu	و	و
hā'	ه	ه
yā'	ي	ي

4.4.4 Kumpulan Soal

Alat ini terdapat 360 soal yang terbagi ke dalam 6 level. Setiap soal terdiri dari tiga huruf hijaiyah, tiga bacaan huruf hijaiyah, dan jawaban. Bacaan huruf hijaiyah tidak selalu sesuai dengan hurufnya. Jawaban merupakan data yang menunjukkan bacaan yang ada dalam satu soal tersebut benar atau salah. Jadi setiap soal sudah ditentukan jawabannya. Soal level pertama, dari nomer 1 sampai 5 ditunjukkan dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Kumpulan Soal

No.	Huruf 1	Bacaan 1	Huruf 2	Bacaan 2	Huruf 3	Bacaan 3	Jawaban
1	í	a	q	ja	q	ja	benar
2	q	ta	í	ba	q	ha	salah
3	í	a	q	ta	q	ja	benar
4	q	ba	q	ta	q	kho	salah
5	q	ta	q	a	q	ba	salah

4.4.5 Bagian-bagian dari Program Utama

4.4.5.1 Pengacakan Soal

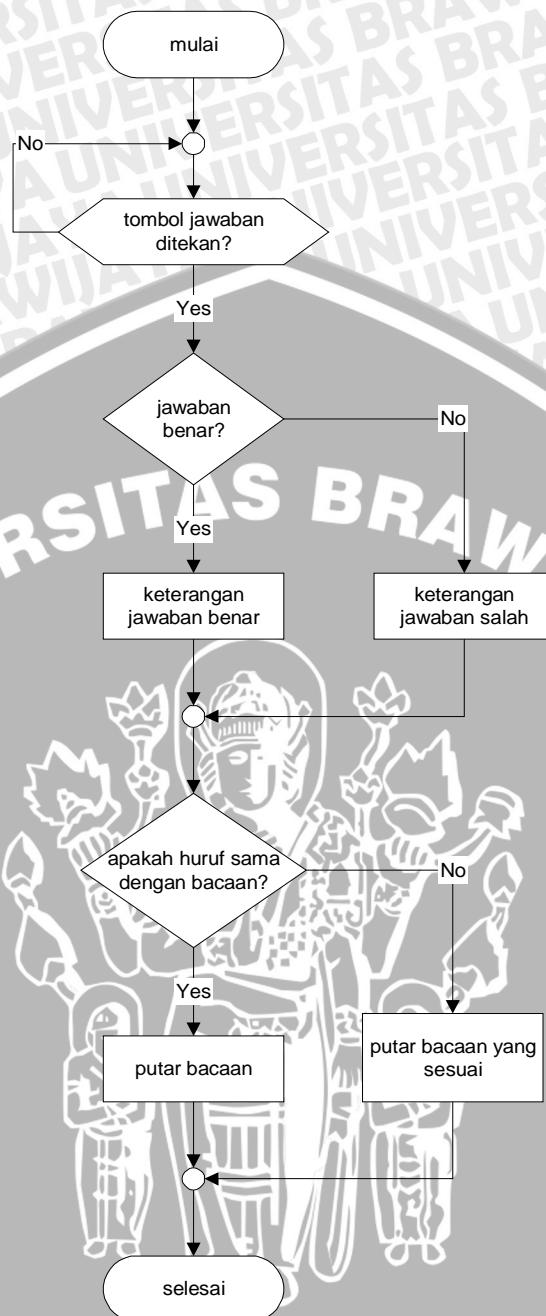
Bank soal dalam perancangan ini menyimpan 360 soal yang terbagi kedalam 6 level. Bank soal yang terdapat dalam setiap level menyimpan 60 soal yang dibagi kedalam 10 latihan. Dan setiap latihan menampilkan 20 soal, yang sudah ditentukan urutannya. 10 latihan tersebut ditampilkan secara acak. *Flowchart* metode acak yang digunakan ditunjukkan dalam Gambar 4.19. Pada saat alat dinyalakan, nomor latihan bertambah terus, dari satu sampai sepuluh, dan akan berhenti ketika tombol “mulai” ditekan. Nomor latihan pada saat berhenti itulah yang akan ditampilkan oleh alat.



Gambar 4.19 Flowchart Pengacakan Soal

4.4.5.2 Proses Pengecekan Jawaban

Proses pengecekan jawaban dijalankan setelah pengguna menekan tombol “benar” atau “salah”. Mikrokontroler mengecek jawaban pengguna. Kemudian memberi keterangan kepada pengguna apakah jawaban tersebut salah atau benar. Setelah itu, mikrokontroler memanggil bacaan yang sesuai dengan huruf yang ditampilkan LCD. Flowchart proses pengecekan jawaban ditunjukkan dalam Gambar 4.20.

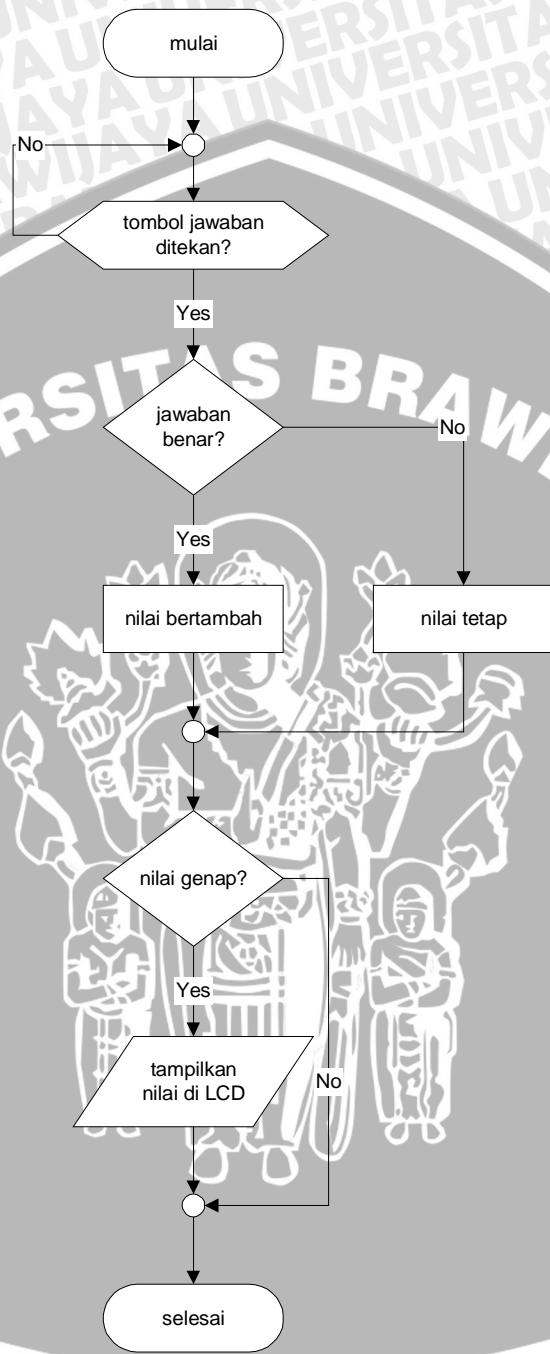


Gambar 4.20 Flowchart Pengecekan Jawaban

4.4.5.3 Proses Penilaian

Nilai akan bertambah jika jawaban pengguna benar. Tampilan pada LCD akan bertambah jika nilai yang diperoleh genap. *Flowchart* proses penilaian ditunjukkan dalam Gambar 4.21. Alat mengecek jawaban pengguna, kemudian jika jawaban pengguna benar, maka nilai akan bertambah dan jika jawaban salah, maka nilai tidak

akan bertambah. Kemudian dicek lagi apakah nilai yang diperoleh merupakan nilai genap. Jika nilai yang diperoleh adalah genap, maka nilai pada LCD akan bertambah.



Gambar 4.21 Flowchart Penambahan Nilai

4.4.5.4 Proses Kenaikan Level secara Automatis

Level akan bertambah secara automatis jika mode yang dipilih adalah mode automatis. *Flowchart* kenaikan level ditunjukkan dalam Gambar 4.22. Proses ini akan

dijalankan setelah semua soal pada level saat itu terjawab. Level akan bertambah secara automatis, jika pengguna dapat menjawab minimal 16 soal dengan benar. Dalam tampilan LCD ditunjukkan oleh nilai 8. Jika nilai pada level tersebut kurang dari 8, maka level akan tetap.



Gambar 4.22 Flowchart Kenaikan Level

BAB V

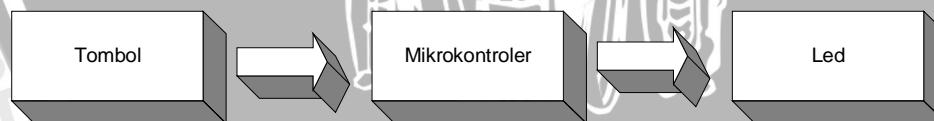
PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini membahas pengujian dan analisis alat yang telah dirancang. Pengujian dilakukan pada tiap-tiap blok dengan tujuan untuk mengetahui apakah tiap-tiap blok bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian terhadap:

1. Blok antarmuka tombol dengan mikrokontroler
2. Blok antarmuka led dengan mikrokontroler
3. Blok antarmuka LCD dengan mikrokontroler
4. Blok penyimpan dan pemutar suara
5. Pengujian keacakan
6. Keseluruhan sistem

5.1 Blok Antarmuka Tombol dengan Mikrokontroler

Pengujian tombol dilakukan untuk mengetahui apakah tombol dapat memberi masukan ke mikrokontroler ketika ditekan. Prosedur pengujian dilakukan dengan menyusun rangkaian dalam Gambar 5.1. Setelah menyusun program pada mikrokontroler untuk mengecek apakah tombol sudah memberikan masukan ke mikrokontroler, maka dilakukan pengujian dengan menekan tombol. Jika tombol memberikan masukan berupa logika tertentu, maka mikrokontroler akan memerintahkan led untuk menyala. Diagram alir penyusunan program pengujian tombol ditunjukkan dalam Gambar 5.2.

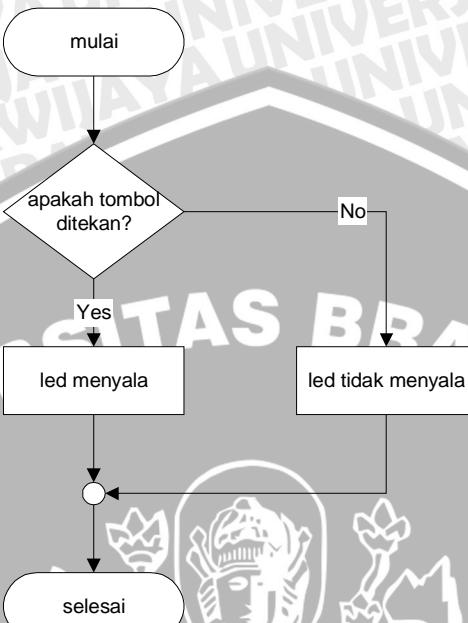


Gambar 5.1 Rangkaian Pengujian Tombol

Berdasarkan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut: ketika tombol ditekan led menyala. Ini membuktikan tombol yang dirancang sudah sesuai dengan yang diinginkan.

Ketika tombol ditekan, arus mengalir ke ground, sehingga tegangan yang menuju port mikrokontroler menjadi nol. Dan ketika tombol tidak ditekan, perbedaan tegangan antara titik yang menuju port mikrokontroler menjadi sama dengan tegangan V_{CC} . Sehingga memberikan logika tinggi pada port tersebut. Untuk mengetahui apakah

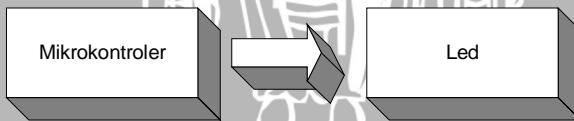
level tegangan tersebut sudah memberikan masukan berupa logika tertentu ke mikrokontroler, masukan tombol tersebut diproses oleh mikrokontroler untuk menghasilkan keluaran berupa nyala led.



Gambar 5.2 Flowchart Pengujian Tombol

5.2 Blok Antarmuka Led dengan mikrokontroler

Pengujian rangkaian led bertujuan untuk mengetahui apakah led dapat menyala ketika diberi logika tertentu oleh mikrokontroler. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan led dengan port mikrokontroler. Rangkaian pengujian led ditunjukkan dalam Gambar 5.3.

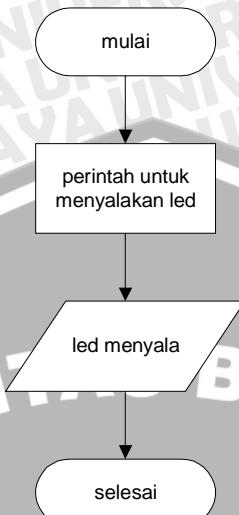


Gambar 5.3 Rangkaian Pengujian Led

Untuk menguji apakah mikrokontroler dapat menyalakan led, maka disusun diagram alir untuk menyalakan led, kemudian disusun programnya. Gambar 5.4 menunjukkan diagram alir program menyalakan led.

Hasil pengujian menunjukkan led menyala sesuai dengan program yang dibuat. Rangkaian led yang dibuat pada perancangan ini akan mati jika mikrokontroler memberi logika tinggi. Untuk menyalakan led, mikrokontroler memberi masukan

berupa logika 0. Pada saat mikrokontroler memberikan logika rendah, arus akan mengalir dari Vcc ke port mikrokontroler melalui resistor dan led.



Gambar 5.4 Flowchart untuk Pengujian Led

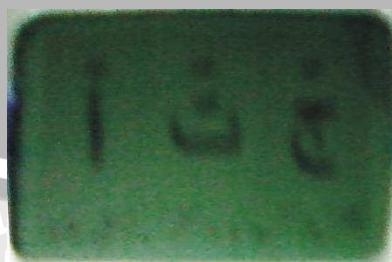
5.3 Blok Antarmuka LCD dengan Mikrokontroler

Pengujian rangkaian LCD bertujuan untuk mengetahui apakah LCD dapat menampilkan karakter huruf sesuai dengan yang diinginkan. Pengujian dilakukan dengan menyusun LCD dan mikrokontroler seperti dalam Gambar 5.5. Kemudian menyusun program untuk menampilkan karakter pada LCD.



Gambar 5.5 Rangkaian Pengujian LCD

Gambar 5.6 menunjukkan hasil pengujian LCD. Dari gambar tersebut dapat diamati bahwa LCD sudah dapat menampilkan karakter sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 5.6 Hasil Pengujian LCD

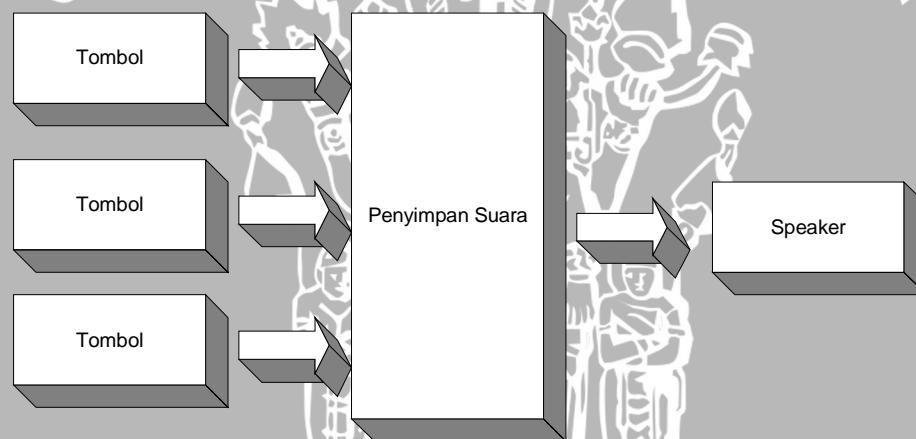
LCD yang digunakan menggunakan komunikasi SPI dalam pengiriman datanya.

Sebelum menuliskan karakter pada LCD, LCD diinisialisasi terlebih dahulu dan

menyeting temperatur, tingkat kecerahan, mode penulisan, dan mode display. Sebelum data sebuah karakter dikirim ke LCD, diseting terlebih dahulu letak piksel pertama yang akan dikirim data. Setelah itu penulisan pada LCD dapat dilakukan dengan mengirimkan data karakter yang diinginkan. Setiap satu bit data mengisi satu piksel. Logika tinggi menyebabkan warna hitam pada setiap piksel, jika display diset pada mode normal. Sebaliknya, logika rendah akan menyebabkan warna terang pada setiap piksel. Tetapi jika display diset pada mode inverse, maka logika tinggi menyebabkan warna terang dan logika rendah menyebabkan warna hitam.

5.4 Blok Penyimpanan Suara

Pengujian blok penyimpanan dan pemutar suara bertujuan untuk mengetahui apakah piranti dapat merekam dan memutar suara yang telah direkam. Pengujian ini dilakukan dengan menyusun ISD25120 sebagai piranti yang digunakan sebagai penyimpanan dan pemutar suara, *switch*, *microphone*, *push button*, dan speaker. Penyusunan rangkaian ditunjukkan dalam Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Rangkaian Pengujian Penyimpanan dan Pemutar Suara

Pengujian dilakukan melalui dua tahap, yaitu perekaman dan pemutaran suara. Perekaman dilakukan dengan mengeset alamat tertentu dengan menggunakan *switch*. Kemudian dengan memilih mode *record* perekaman dimulai dengan memberi logika rendah pada pin \overline{CE} . Pemutaran dilakukan dengan mengeset alamat dan memilih mode *playback* kemudian pemutaran suara dimulai dengan memberi logika rendah pada pin \overline{CE} .

Hasil pengujian menunjukkan bahwa piranti penyimpan dan pemutar suara dapat merekam dan memutar suara yang telah direkam dengan baik. Data hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Data Hasil Pengujian Penyimpanan dan Pemutar Suara

Suara yang direkam	Alamat ISD (Desimal)	Durasi (Detik)	Suara yang diputar
a	0	1	a
ba	5	1	ba
ta	10	1	ta
tsa	15	1	tsa
ja	20	1	ja
ha	25	1	ha
kho	30	1	kho
da	35	1	da
dza	40	1	dza
ro	45	1	ro
za	50	1	za
Mulai	515	1	Mulai
Berhenti	520	1	Berhenti
Pilih jawaban dengan menekan	525	3	Pilih jawaban dengan menekan
Benar atau salah	540	2	Benar atau salah

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pemilihan alamat harus sesuai dengan durasi suara yang direkam. Yaitu untuk satu detik membutuhkan 5 ruang alamat. Jika ruang alamat yang disediakan lebih kecil dari durasi yang diperlukan untuk merekam, maka kekurangannya langsung menempati ruang alamat berikutnya. Jika ruang alamat berikutnya sudah terisi rekaman suara, maka suara yang terekam di alamat berikutnya akan terhapus dan diisi yang baru. Pemutaran suara dilakukan dengan memberikan sinyal kontrol. Sinyal kontrol yang digunakan untuk memutar suara adalah sinyal kontrol \overline{CE} , kemudian suara yang direkam pada alamat tersebut diputar sampai selesai, tanpa harus memberikan alamat akhir dari suara yang direkam.

5.5 Pengujian Keacakan

Pengujian keacakan ini dilakukan untuk mengetahui apakah alat dapat menampilkan nomor latihan secara acak.

Prosedur pengujian dilakukan dengan membuat program khusus untuk mengetahui nomor latihan yang muncul pada suatu level tertentu. Soal pada level yang diuji tidak dikerjakan sampai selesai. Pengujian dilakukan sebanyak 100 kali, kemudian membandingkan data 1-50 dengan data 51-100 apakah data tersebut mempunyai pola yang sama atau tidak, dengan menghitung nilai koefisien korelasi. Nilai koefisien korelasi yang mendekati 1 atau -1 menunjukkan kedua grafik mempunyai hubungan, sedangkan nilai koefisien korelasi yang mendekati 0, menunjukkan tidak adanya hubungan antara kedua kelompok data. Data hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 5.2. Grafik hasil pengujian dari 1 sampai 50 ditunjukkan dalam Gambar 5.8. Grafik hasil pengujian dari 51 sampai 100 ditunjukkan dalam Gambar 5.9. Untuk mengetahui korelasi antara kedua grafik tersebut, maka dihitung koefisien korelasinya.

Tabel 5.2 Data Hasil Pengujian

Nomor Latihan	Jumlah Kemunculan (1-50)	Nomor Latihan	Jumlah Kemunculan (51-100)
1	6	1	4
2	7	2	5
3	3	3	6
4	4	4	2
5	6	5	4
6	9	6	7
7	2	7	5
8	5	8	8
9	6	9	3
10	2	10	6

Koefisien Korelasi (r):

$$r = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{N}}{\sqrt{\left(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N} \right) \left(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N} \right)}} = 0,0098$$

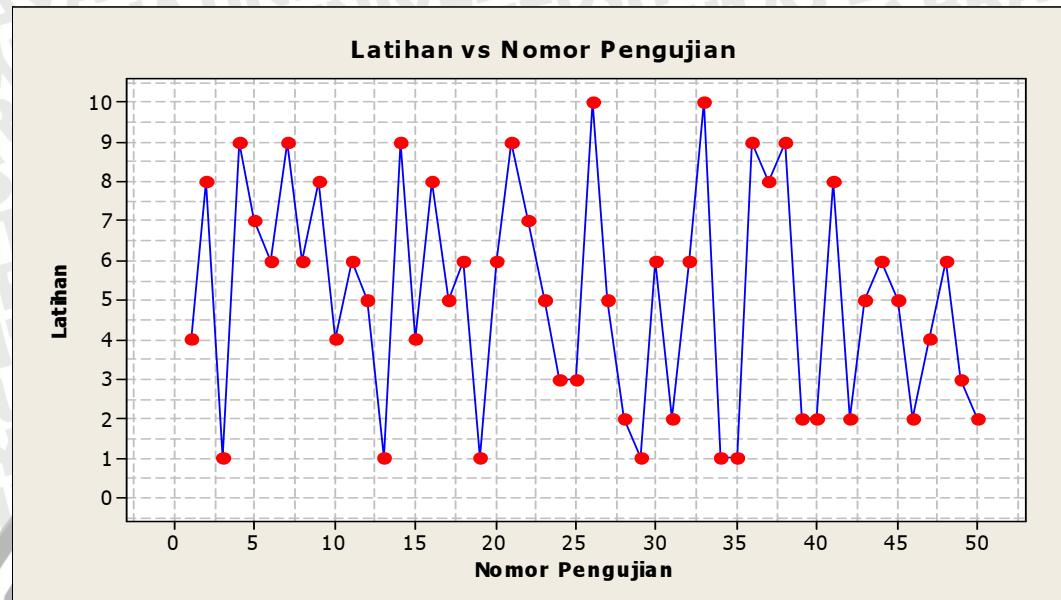
Keterangan:

r = koefisien korelasi

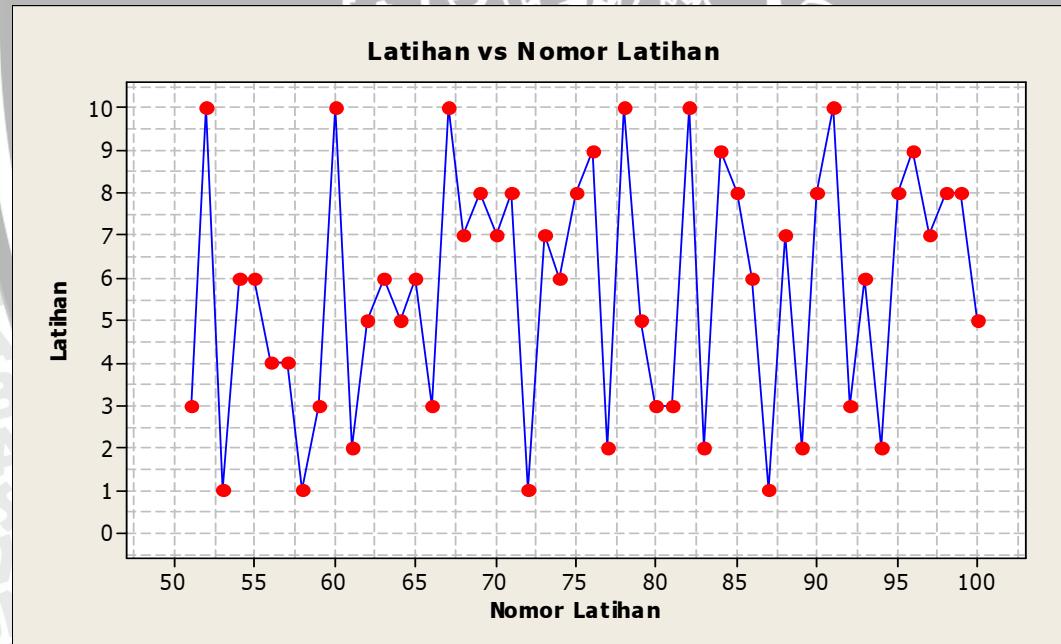
X= data pertama (pengujian 1-50)

Y= data kedua (pengujian 51-100)

N= banyaknya data



Gambar 5.8 Pengujian 1 sampai 50



Gambar 5.9 Pengujian 51 sampai 100

Nilai koefisien korelasi antara Grafik 5.8 dan Grafik 5.9 adalah sebesar 0,0098.

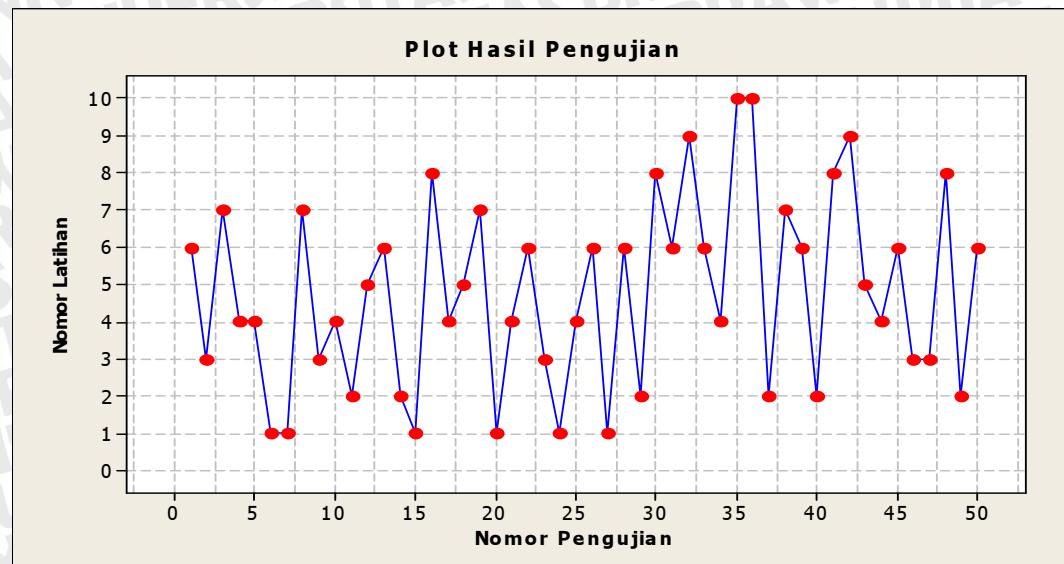
Nilai koefisien korelasi yang mendekati nol menunjukkan kedua grafik tidak mempunyai pola yang sama. Dengan demikian disimpulkan bahwa alat menampilkan latihan secara acak.

5.6 Pengujian Keseluruhan Sistem

5.6.1 Pengujian Keacakan

Pengujian dilakukan dengan menyusun tombol, mikrokontroler, led, LCD, dan penghasil suara seperti Gambar 4.1. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem menampilkan soal secara acak jika setiap level dikerjakan sampai selesai.

Dalam bab empat dijelaskan bahwa alat mempunyai 10 latihan yang didalamnya terdapat 20 latihan yang sudah ditentukan urutannya, kemudian 10 latihan tersebut ditampilkan secara acak. Pengacakan yang digunakan dalam skripsi ini adalah pengacakan semu, yaitu metode acak dengan cara memutar angka dari latihan satu sampai latihan sepuluh kemudian kembali ke satu sampai ada perintah menghentikan pemutaran. Pengujian dilakukan 50 kali pada level yang sama. Prosedur pengujian dilakukan dengan menampilkan soal pada salah satu level dan mengidentifikasi nomor latihan yang muncul. Setelah itu soal latihan tersebut dikerjakan sampai selesai, dari soal pertama sampai soal ke 20. Selama soal-soal pada latihan tersebut dikerjakan, nomor latihan diputar terus sampai ada perintah menghentikan putaran. Prosedur pengujian tersebut dilakukan terus menerus sampai pengujian yang ke 50. Kemudian dilakukan pengecekan apakah nomor latihan muncul secara acak. Pengecekan dilakukan dengan melihat nilai autokorelasi, hubungan data berdasarkan waktu yang berurutan, menggunakan *software* minitab. Lag adalah pembagian waktu berdasarkan data dan digunakan untuk menghitung koefisien korelasi. Grafik hasil pengujian ditunjukkan dalam Gambar 5.8. Tabel autokorelasi ditunjukkan dalam Tabel 5.3.



Gambar 5.10 Grafik Hasil Pengujian

Tabel 5.3 Fungsi Autokorelasi

Lag	ACF (Fungsi autokorelasi)
1	-0.079649
2	-0.032199
3	0.299158
4	0.069346
5	-0.000652
6	0.176906
7	0.020672
8	-0.159629
9	0.145781
10	0.093958
11	-0.186869
12	-0.078125
13	0.123124

Tabel autokorelasi hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai fungsi autokorelasi mendekati nol. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada korelasi antara data sekarang dan sebelumnya. Tidak adanya korelasi diantara data-data yang dihasilkan, maka disimpulkan bahwa data yang dihasilkan cenderung acak. Peluang munculnya setiap nomor latihan adalah 10%. Data munculnya nomor latihan ditunjukkan dalam Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Nomor latihan	Jumlah kemunculan	Percentase kemunculan
1	6	12%
2	6	12%
3	5	10%
4	8	16%
5	3	6%
6	10	20%
7	4	8%
8	4	8%
9	2	4%
10	2	4%

Peluang munculnya setiap nomor latihan adalah 10%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa munculnya latihan cenderung mendekati 10%. Hal ini menunjukkan bahwa kemunculan nomor latihan cenderung merata. Simpangan rata-rata data hasil pengujian:

$$RS = \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{6+6+5+8+3+10+4+4+2+2}{10} = 5$$

$$RS = \frac{|6-5|+|6-5|+|5-5|+|8-5|+|3-5|+|10-5|+|4-5|+|4-5|+|2-5|+|2-5|}{10} = 2$$

Keterangan:

RS = Rata-rata simpangan

x_i = Data ke i

\bar{x} = Nilai rata-rata.

5.6.2 Pengujian Pengecekan Jawaban

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang sudah dirancang melakukan proses pengecekan terhadap kesesuaian huruf dan bacaan dengan benar. Pengujian dilakukan 5 kali pada level yang sama. Satu kali pengujian dilakukan pada 20 soal, karena dalam satu latihan terdapat 20 soal. Pengujian untuk mengetahui kevalidan sistem dalam mengecek jawaban dilakukan dalam dua macam cara. Cara pertama dilakukan dengan cara memberi masukan jawaban yang salah ke sistem dan melihat apakah sistem mengecek sebagai jawaban salah. Cara kedua dilakukan dengan memberi masukan jawaban yang benar ke sistem dan melihat apakah sistem mengecek sebagai jawaban benar. Jika sistem mengecek jawaban benar sebagai jawaban salah dan jawaban salah sebagai jawaban benar, maka jawaban sistem tidak valid dan perlu dilakukan perbaikan terhadap validasi pengecekan jawaban. Pengujian berikutnya dilakukan untuk mengetahui apakah nilai yang ditunjukkan oleh sistem sesuai dengan yang dihasilkan pengguna. Pengujian ini dilakukan dengan menghitung banyaknya jawaban yang benar kemudian menghitung nilainya dengan rumus:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Banyaknya jawaban benar}}{\text{Banyaknya soal pada setiap latihan}} \times 10$$

(Nilai hasil perhitungan dibulatkan ke bawah)

Nilai hasil perhitungan dibandingkan dengan nilai yang ditampilkan pada LCD. Hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Kebenaran Jawaban

Nomor latihan	Jumlah jawaban benar	Nilai hasil hitungan	Nilai pada LCD	Error
8	12	6	6	0%
7	14	7	7	0%
1	12	6	6	0%

Nomor latihan	Jumlah jawaban benar	Nilai hasil hitungan	Nilai pada LCD	Error
8	14	7	7	0%
3	19	9	9	0%

Pengujian yang dilakukan pada latihan 8, pengguna memberi masukan jawaban yang benar sebanyak 12 dan jawaban yang salah sebanyak 8. Sistem mengecek 12 jawaban sebagai jawaban benar dan 8 jawaban sebagai jawaban salah. Hal ini menunjukkan bahwa sistem melakukan pengecekan jawaban dengan benar. Perhitungan nilai untuk latihan 8 adalah:

$$\text{Nilai} = \frac{12}{20} \times 10 = 6$$

Nilai yang diperoleh dari hasil perhitungan adalah 6. Nilai yang ditampilkan pada LCD adalah 6. Tidak ada perbedaan nilai antara nilai hasil perhitungan dengan nilai yang ditunjukkan pada LCD.

Validasi jawaban dilakukan pada saat perancangan dan pembuatan program. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tidak ada error pada kesesuaian jawaban dan penilaian. Hal ini menunjukkan bahwa proses validasi pada perancangan dan pembuatan program dilakukan dengan benar.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis “alat bantu menghafal huruf hijaiyah” dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Alat menampilkan latihan secara acak, dengan metode pengacakan semu. Hal ini ditunjukkan oleh nilai autokorelasi yang semuanya mendekati nol. Setiap nomor latihan mempunyai peluang kemunculan sebesar 10%, dengan simpangan rata-rata sebesar 2.
- 2) Alat dapat mengecek kesesuaian antara huruf dan bacaan soal dengan baik. Dari 5 kali pengujian, tidak ada error yang terjadi pada alat.
- 3) Alat dapat menyimpan soal sebanyak 360 soal, yang terbagi kedalam 6 level. Setiap level terdiri atas 10 latihan dan setiap latihan menampilkan 20 soal.

6.2 Saran

- 1) Satu soal dalam alat ini berukuran 19 byte, jika menggunakan EEPROM eksternal yang mempunyai memori sebesar 16 kbyte, maka soal yang dapat disimpan dalam alat sekitar 842 soal. Dengan menggunakan memori yang lebih besar maka alat dapat menyimpan soal yang lebih banyak.
- 2) Harokat yang dipakai dalam alat ini adalah harokat fathah, kasrah, dan dammah. Harokat-harokat yang lain belum terwakili oleh alat ini, sehingga perlu dikembangkan alat yang mewakili semua harokat yang ada dalam huruf hijaiyah.

DAFTAR PUSTAKA

- Amontec. 2004. *Nokia 3310 LCD, 84x48 pixels.*
www.amontec.com (diakses tanggal 11 Agustus 2008)
- Atmel. 2002. *ATMega1616/ATMega1616L, 8-bit AVR Microcontroller with 8 Kbytes in-System Programmable Flash.*
www.atmel.com/literature (diakses tanggal 3 Mei 2008).
- Bejo, Agus. 2008. *C & AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler ATMega8535*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- DePorter, Bobbi & Hernacki, Mike. 2001. *Quantum Learning*. New York: Dell Publishing
- Mendikbud. 2007. *Ejaan yang Disempurnakan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Mu'tadin, Zainun. 2002. *Mengenal Cara Belajar Individu*. Jakarta: e-psikolog.com
<http://e-psikologi.com> (diakses 27 Agustus 2008).
- Philips Semiconductors. 1999. *PCD8544 48X84 Pixels Matrix LCD Controller/Driver*.
<http://www.myplace.nu/mp3/files/pcd8544.pdf> (diakses tanggal 11 Agustus 2008).
- Scienceprog. 2008. *Connect Nokia 3310 LCD to LPT Port*.
<http://www.scienceprog.com/connect-nokia-3310-lcd-to-lpt-port/> (diakses tanggal 11 Agustus 2008).
- Winbond Electronics. 2002. *ISD2500 Series Single-Chip Voice Record/Playback Devices 32-*, 40-*, 64-, 75-, 90-, and 120-second Durations*.
http://www.kitsrus.com/pdf/isd_2560.pdf (diakses tanggal 11 Juli 2008).

LAMPIRAN 1
ALAMAT PENYIMPANAN SUARA



Lokasi Alamat Rekaman Suara Huruf Hijaiyah

Alamat (Desimal)	Alamat (Heksadesimal)	Alamat (Biner)	Durasi (Detik)	Suara yang direkam
0	0	00 0000 0000	1	a
5	5	00 0000 0101	1	ba
10	A	00 0000 1010	1	ta
15	F	00 0000 1111	1	tsa
20	14	00 0001 0100	1	ja
25	19	00 0001 1001	1	ha
30	1E	00 0001 1110	1	kho
35	23	00 0010 0011	1	da
40	28	00 0010 1000	1	dza
45	2D	00 0010 1101	1	ro
50	32	00 0011 0010	1	za
55	37	00 0011 0111	1	sa
60	3C	00 0011 1100	1	sya
65	41	00 0100 0001	1	sho
70	46	00 0100 0110	1	dho
75	4B	00 0100 1011	1	tho
80	50	00 0101 0000	1	zho
85	55	00 0101 0101	1	'a
90	5A	00 0101 1010	1	gho
95	5F	00 0101 1111	1	fa
100	64	00 0110 0100	1	qo
105	69	00 0110 1001	1	ka
110	6E	00 0110 1110	1	la
115	73	00 0111 0011	1	ma
120	78	00 0111 1000	1	na
125	7D	00 0111 1101	1	wa
130	82	00 1000 0010	1	hha
135	87	00 1000 0111	1	ya
140	8C	00 1000 1100	1	i

Alamat (Desimal)	Alamat (Heksadesimal)	Alamat (Biner)	Durasi (Detik)	Suara yang direkam
145	91	00 1001 0001	1	bi
150	96	00 1001 0110	1	ti
155	9B	00 1001 1011	1	tsi
160	A0	00 1010 0000	1	ji
165	A5	00 1010 0101	1	hi
170	AA	00 1010 1010	1	khi
175	A7	00 1010 1111	1	di
180	B4	00 1011 0100	1	dzi
185	B9	00 1011 1001	1	ri
190	BE	00 1011 1110	1	zi
195	C3	00 1100 0011	1	si
200	C8	00 1100 1000	1	syi
205	CC	00 1100 1100	1	shi
210	D2	00 1101 0010	1	dhi
215	D7	00 1101 0111	1	thi
220	DC	00 1101 1100	1	zhi
225	E1	00 1110 0001	1	'i
230	E6	00 1110 0110	1	ghi
235	EB	00 1110 1101	1	fi
240	F0	00 1111 0000	1	qi
245	F5	00 1111 0101	1	ki
250	FA	00 1111 1010	1	li
255	FF	00 1111 1111	1	mi
260	104	01 0000 0100	1	ni
265	109	01 0000 1001	1	wi
270	10E	01 0000 1110	1	hhi
275	113	01 0001 0011	1	yi
280	118	01 0001 1000	1	u
285	11D	01 0001 1101	1	bu
290	122	01 0010 0010	1	tu
295	127	01 0010 0111	1	tsu

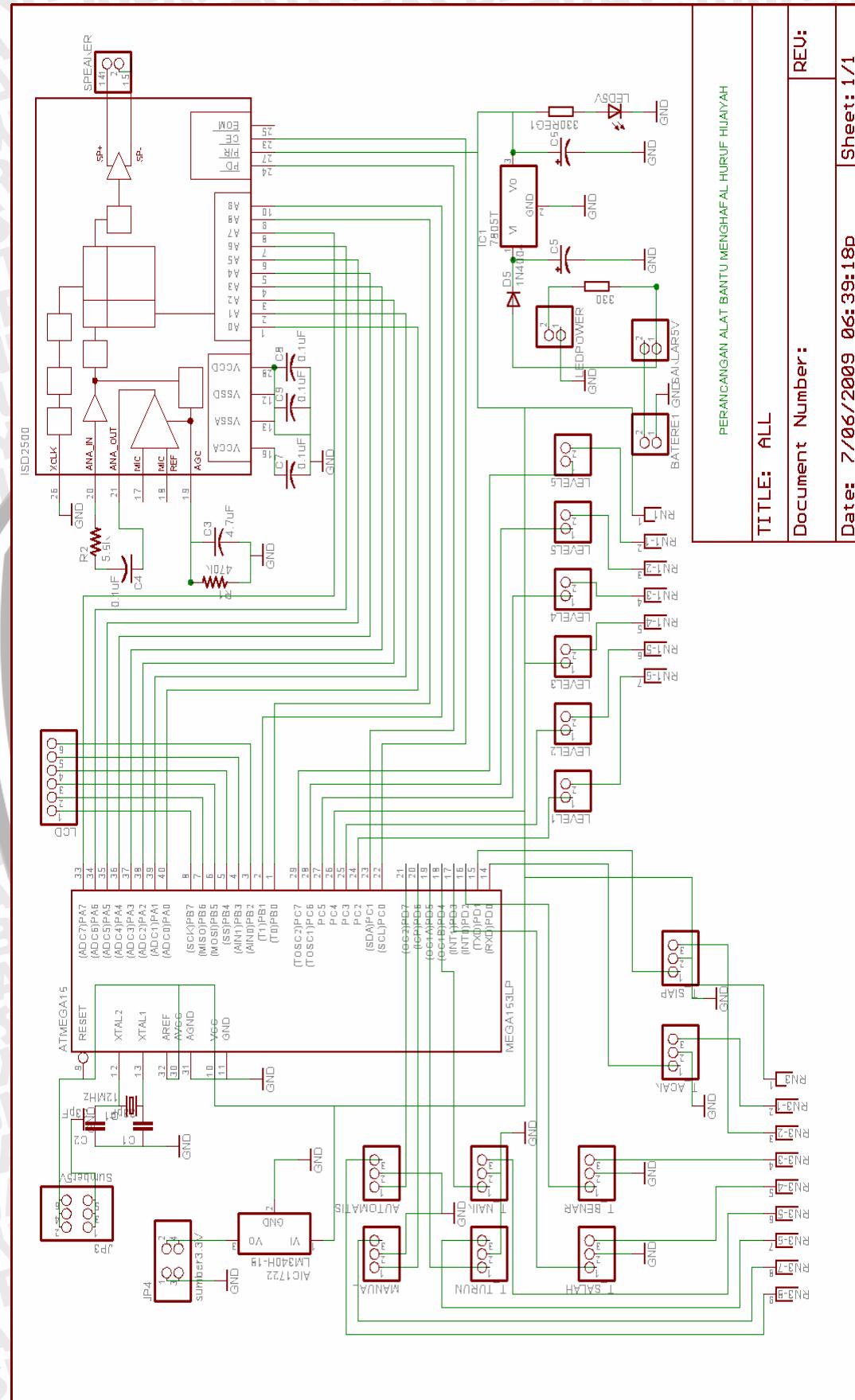
Alamat (Desimal)	Alamat (Heksadesimal)	Alamat (Biner)	Durasi (Detik)	Suara yang direkam
300	12C	01 0010 1100	1	ju
305	131	01 0011 0001	1	hu
310	136	01 0011 0110	1	khu
315	13B	01 0011 1011	1	du
320	140	01 0100 0000	1	dzu
325	145	01 0100 0101	1	ru
330	14A	01 0100 1010	1	zu
335	14F	01 0100 1111	1	su
340	154	01 0101 0100	1	syu
345	159	01 0101 1001	1	shu
350	15E	01 0101 1110	1	dhu
355	163	01 0110 0011	1	thu
360	168	01 0110 1000	1	zhu
365	16D	01 0110 1101	1	'u
370	172	01 0111 0010	1	ghu
375	177	01 0111 0111	1	fu
380	17C	01 0111 1100	1	qu
385	181	01 1000 0001	1	ku
390	186	01 1000 0110	1	lu
400	190	01 1001 0000	1	mu
405	195	01 1001 0101	1	nu
410	19A	01 1001 1010	1	wu
415	19F	01 1001 1111	1	hhu
420	1A4	01 1010 0100	1	yu

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN 2

RANGKAIAN DAN FOTO ALAT





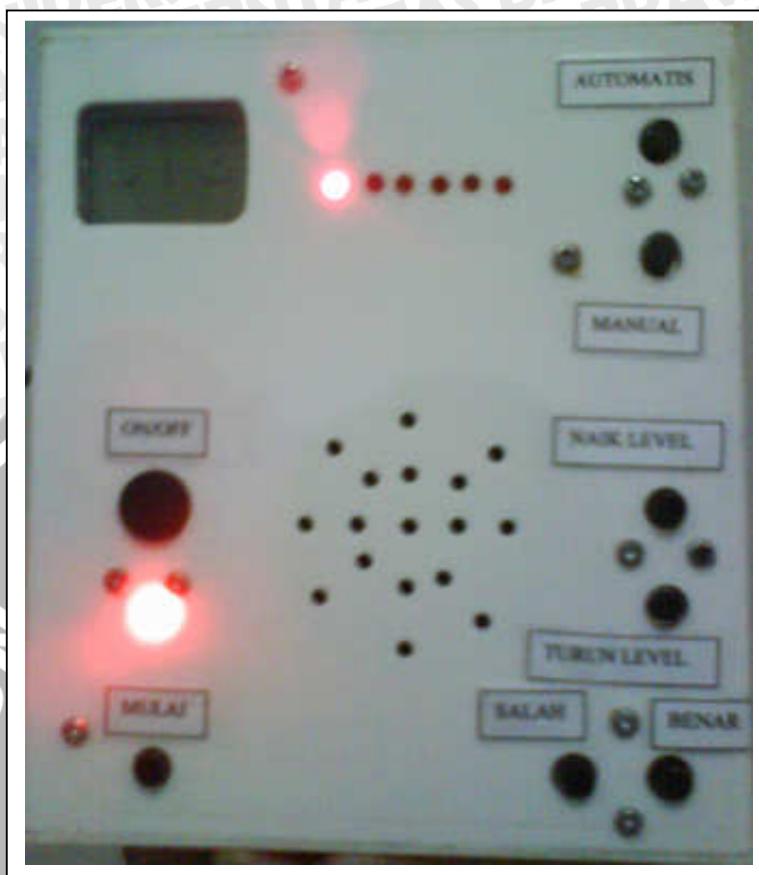
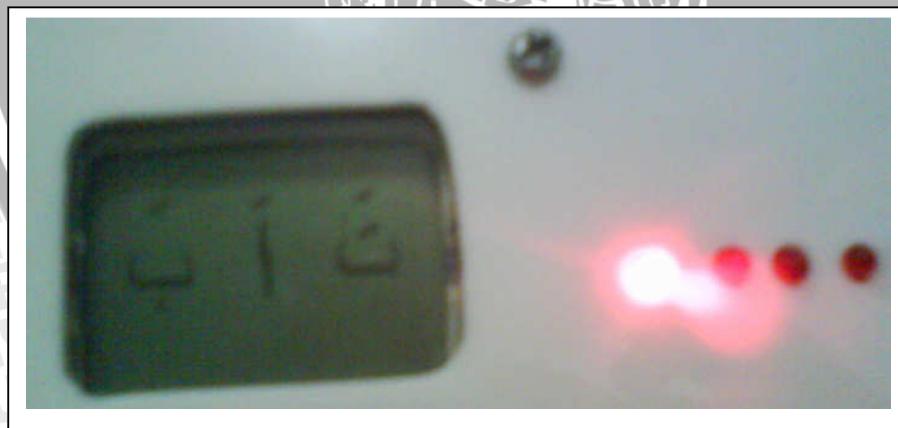


FOTO “ALAT BANTU MENGHAFAKAL HURUF HIAJIYAH”



TAMPILAN LCD

LAMPIRAN 3
LISTING PROGRAM



```
*****
Project : Alat Bantu Menghafal Huruf Hijaiyah
Version :
Date   : 6/28/2009
Author  : Suciana Mukminah
Company : @na
Comments:
Chip type      : ATmega16
Program type    : Application
Clock frequency : 12.000000 MHz
Memory model   : Small
External SRAM size : 0
*****
#include <mega16.h>
#include <delay.h>
#include <definisi.h>
#include <control.h>
#include <stdlib.h>

*****
KOLOM
*****
#define kolom1 0
#define kolom2 1
#define kolom3 2

*****
HAROKAT
*****
#define fathah 0
#define kasroh 140
#define domah 280

*****
//HURUF
*****
#define huruf_alif 0
#define huruf_ba 140
#define huruf_ta 280
#define huruf_tsa 420
#define huruf_ja 560
#define huruf_ha 700
#define huruf_kho 840
#define huruf_da 980
#define huruf_dza 1120
#define huruf_ro 1260
#define huruf_za 1400
#define huruf_sa 1540
#define huruf_sya 1680
#define huruf_sho 1820
#define huruf_dho 1960
#define huruf_tho 2100
#define huruf_zho 2240
#define huruf_aa 2380
#define huruf_gho 2520
#define huruf_fa 2660
#define huruf_qo 2800
#define huruf_ka 2940
#define huruf_la 3080
#define huruf_ma 3220
```

```
#define huruf_na 3360
#define huruf_wa 3500
#define huruf_hha 3640
#define huruf_ya 3780

/*****************/
//ALAMAT ISD
/*****************/
#define A0 PORTA.0
#define A1 PORTA.1
#define A2 PORTA.2
#define A3 PORTA.3
#define A4 PORTA.4
#define A5 PORTA.5
#define A6 PORTA.6
#define A7 PORTA.7
#define A8 PORTB.0
#define A9 PORTB.1
/*****************/
//KONTROL ISD
/*****************/
#define CE PORTC.0
#define PD PORTC.1

/*****************/
//PENYIMPANAN SUARA
/*****************/
#define a 0x0000
#define ba 0x0005
#define ta 0x000A
#define tsa 0x000F
#define ja 0x0014
#define ha 0x0019
#define kho 0x001E
#define da 0x0023
#define dza 0x0028
#define ro 0x002D
#define za 0x0032
#define sa 0x0037
#define sya 0x003C
#define sho 0x0041
#define dho 0x0046
#define tho 0x004B
#define zho 0x0050
#define aa 0x0055
#define gho 0x005A
#define fa 0x005F
#define qo 0x0064
#define ka 0x0069
#define la 0x006E
#define ma 0x0073
#define na 0x0078
#define wa 0x007D
#define hha 0x0082
#define ya 0x0087
#define i 0x008C
#define bi 0x0091
#define ti 0x0096
#define tsi 0x009B
#define ji 0x00A0
```

```
#define hi 0x00A5
#define khi 0x00AA
#define di 0x00A7
#define dzi 0x00B4
#define ri 0x00B9
#define zi 0x00BE
#define si 0x00C3
#define syi 0x00C8
#define shi 0x00CC
#define dhi 0x00D2
#define thi 0x00D7
#define zhi 0x00DC
#define ii 0x00E1
#define ghi 0x00E6
#define fi 0x00EB
#define qi 0x00F0
#define ki 0x00F5
#define li 0x00FA
#define mi 0x00FF
#define ni 0x0104
#define wi 0x0109
#define hhi 0x010E
#define yi 0x0113
#define u 0x0118
#define bu 0x011D
#define tu 0x0122
#define tsu 0x0127
#define ju 0x012C
#define hu 0x0131
#define khu 0x0136
#define du 0x013B
#define dzu 0x0140
#define ru 0x0145
#define zu 0x014A
#define su 0x014F
#define syu 0x0154
#define shu 0x0159
#define dhu 0x015E
#define thu 0x0163
#define zhu 0x0168
#define uu 0x016D
#define ghu 0x0172
#define fu 0x0177
#define qu 0x017C
#define ku 0x0181
#define lu 0x0186
#define mu 0x0190
#define nu 0x0195
#define wu 0x019A
#define hhu 0x019F
#define yu 0x01A4
```

```
*****
//PETUNJUK
*****  
*****  
#define petunjuk1 0x01A9
#define petunjuk2 0x01BD
#define petunjuk3 0x01C7
#define petunjuk4 0x01CC
#define petunjuk5 0x01D1
```



```
#define petunjuk6 0x01D6
#define petunjuk7 0x01DB
#define petunjuk8 0x01E0
#define petunjuk9 0x01E5
#define petunjuk10 0x01EA
#define petunjuk11 0x01EF
#define petunjuk12 0x01F4
//#define petunjuk13 0x01F9
#define petunjuk14 0x01FE
#define petunjuk15 0x0203
#define petunjuk16 0x0208
#define petunjuk17 0x020D
#define petunjuk18 0x021C
#define petunjuk19 0x0226
#define petunjuk20 0x022B
#define petunjuk21 0x0235
#define petunjuk22 0x023F
#define penanda1 0x0244
#define penanda2 0x024A

/*****************
JAWABAN
*****************/
#define benar 1
#define salah 0
#define tombol_benar PIND.2
#define tombol_salah PIND.3

/*****************
TOMBOL
*****************/
#define tombol_acak PIND.0
#define tombol_play PIND.1
#define on 0
#define off 1

/*****************
NILAI
*****************/
#define nilai1 1
#define nilai2 2
#define nilai3 3
#define nilai4 4
#define nilai5 5
#define nilai6 6
#define nilai7 7
#define nilai8 8
#define nilai9 9
#define nilai10 10

/*****************
PILIH LEVEL
*****************/
#define tombol_naik PIND.4
#define tombol_turun PIND.5

/*****************
PILIHAN MODE
*****************/
#define tombol_manual PIND.6
```

```
#define tombol_automatis PIND.7

char b=0;
char k=0;
char no=255;
char answer;
char p=1;
char j=2;
char N;
char jstatus=0; //status tombol jawaban
char debouncing=1; //satu kali putaran timer
char L=0;
char ln=1; //level naik
char lt=1; //level turun
char lstatus=0; //status tombol level
char m=1; //manual
char t=1; //automatis
char baris=0;
char play_sebelum=1; //tombol play state sebelumnya
char benar_sebelum=1; //tombol benar state sebelumnya
char salah_sebelum=1; //tombol salah state sebelumnya
char naik_sebelum=1; //tombol naik state sebelumnya
char turun_sebelum=1; //tombol turun state sebelumnya
char manual_sebelum=1; //tombol manual state sebelumnya
char automatis_sebelum=1; //tombol automatis state sebelumnya

char kombinasi[10][20]={
    0,3,6,9,12,15,18,21,24,27,30,33,36,39,42,45,48,51,54,57,
    1,4,7,10,13,16,19,22,25,28,31,34,37,40,43,46,49,52,55,58,
    2,5,8,11,14,17,20,23,26,29,32,35,38,41,44,47,50,53,56,59,
    3,15,21,30,6,9,0,33,12,42,48,51,57,18,27,36,24,39,45,54,
    55,13,19,25,4,1,7,16,10,37,43,49,58,40,46,22,31,34,28,52,
    29,35,8,17,23,47,53,59,32,44,14,26,20,2,11,5,38,50,56,41,
    12,57,30,21,3,45,0,9,42,51,39,27,36,54,48,6,24,18,33,15,
    19,4,10,43,13,5,16,7,1,25,46,34,52,58,22,31,49,37,28,40,
    8,53,44,17,35,26,20,38,41,29,47,32,23,59,14,2,56,50,5,11,
    57,54,51,48,45,42,39,36,33,30,12,18,21,0,6,15,27,9,3,24
};

/*************
DATA PENULISAN
*****/
```

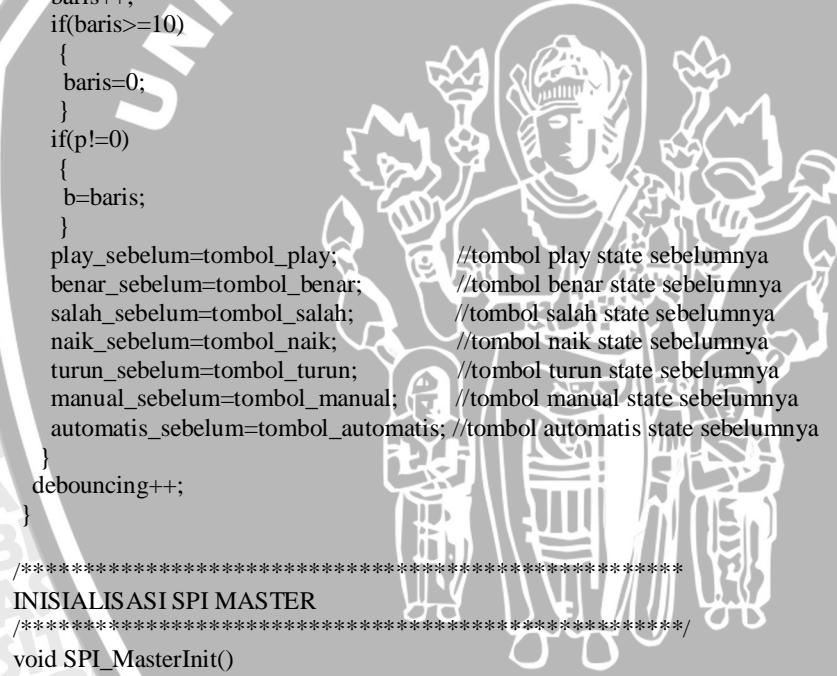

0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x38,0xE,0x83,0x81,0x83,0x86,0x1C,
0x30,0xE,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00},

DEFINISI FUNGSI

void SPI_MasterInit();
void SPI_MasterTransmit(unsigned char data);
void LCD_Init();
unsigned char cetak_huruf(unsigned char posisi, int s, int t);
void bacaan(int alamat_ISD);
void petunjuk(int almt_ISD);
void reset_ISD();
void cek_bacaan(int cek_harokat, int cek_huruf);
void tampil_awal();
void nilai(unsigned char posisi);
void pilih_level();
void soal_levela();
void soal_levelb();
void soal_levelc();
void soal_leveld();
void soal_levele();
void soal_levelf();
void manual();
void automatis();

INTERUPT

interrupt [TIM0_OVF] void timer0_overflow(void)
{
 TCNT0=0x00;
 if(debouncing==4)
 {
 debouncing=0;
 if((play_sebelum==1)&&(tombol_play==0))
 {
 p=0;
 }
 if(benar_sebelum==1)&&(tombol_benar==0))
 {
 j=0;status=1;
 }
 else
 {
 }



```
if(( salah_sebelum==1)&&(tombol_salah==0))
{
    j=1;jstatus=1;
}
if((naik_sebelum==1)&&(tombol_naik==0))
{
    ln=0;lstatus=1;
}
if((turun_sebelum==1)&&(tombol_turun==0))
{
    lt=0;lstatus=1;
}
if((manual_sebelum==1)&&(tombol_manual==0))
{
    m=0;
}
if((automatis_sebelum==1)&&(tombol_automatis==0))
{
    t=0;
}
baris++;
if(baris>=10)
{
    baris=0;
}
if(p!=0)
{
    b=baris;
}
play_sebelum=tombol_play;
benar_sebelum=tombol_benar;
salah_sebelum=tombol_salah;
naik_sebelum=tombol_naik;
turun_sebelum=tombol_turun;
manual_sebelum=tombol_manual;
automatis_sebelum=tombol_automatis; //tombol automatis state sebelumnya
}
debouncing++;
}

/*****************/
INISIALISASI SPI MASTER
/*****************/
void SPI_MasterInit()
{
PORTB=0b01010000;
DDRB=0b11111111;
SPE=1; //SPI aktif
DORD=0; //MSB lebih dulu
MSTR=1; //master
CPOL=0; //kondisi diam low
CPHA=0; //ambil data pada tepi naik
SPR1=0; //kecepat clock fosc/16
SPR0=1; //kecepat clock fosc/16
}

/*****************/
TRANSMIT SPI
/*****************/
```

```
void SPI_MasterTransmit(unsigned char data)
{
    SPDR=data;
    while (SPIF==0) //flag penanda slesai transfer
    {};
}

/*****INISIALISASI LCD *****/
void LCD_Init()
{
    unsigned char LCD_setting[7]={0x21, 0x13, 0x06, 0xC8, 0x20, 0x0C, 0x00}; //setting LCD
    unsigned char L=0;

    for (L=0; L<7; L++)
    {

        delay_ms(100);
        SS=0;
        SPI_MasterTransmit(LCD_setting[L]); //kirim data setting LCD
        SS=1;
    }
}

/*****PENULISAN HURUF *****/
unsigned char cetak_huruf(unsigned char posisi, int s, int t)
{
    char x=0;
    char y=0;
    char z=0x00;
    char bank[5]={0x40, 0x41, 0x42, 0x43, 0x44}; //posisi baris LCD
    char posi;

    switch (posisi)
    {
        case kolom1 : posi=0x80;break;
        case kolom2 : posi=0x9C;break;
        case kolom3 : posi=0xB8;break;
    }

    for(y=0; y<5; y++)
    {
        dc=0; //data setting LCD
        SS=0;
        SPI_MasterTransmit(posi); //setting posisi kolom cetak LCD
        SS=1;
        SS=0;
        SPI_MasterTransmit(bank[y]); //setting posisi baris
        SS=1;
        if (y==0)
        {
            dc=1;
            for (x=0; x<28; x++)
            {
                z=harokat[s+x]|huruf[t+x];
                SS=0;
                SPI_MasterTransmit(z);
            }
        }
    }
}
```

```
        SS=1;
    }
}
else
{
    if(y==1)
    {
        dc=1;
        for(x=28; x<56; x++)
        {
            z=harokat[s+x]|huruf[t+x];
            SS=0;
            SPI_MasterTransmit(z);
            SS=1;
        }
    }
    else
    {
        if(y==2)
        {
            dc=1;
            for(x=56; x<84; x++)
            {
                z=harokat[s+x]|huruf[t+x];
                SS=0;
                SPI_MasterTransmit(z);
                SS=1;
            }
        }
        else
        {
            if(y==3)
            {
                dc=1;
                for(x=84; x<112; x++)
                {
                    z=harokat[s+x]|huruf[t+x];
                    SS=0;
                    SPI_MasterTransmit(z);
                    SS=1;
                }
            }
            else
            {
                if(y==4)
                {
                    dc=1;
                    for(x=112; x<140; x++)
                    {
                        z=harokat[s+x]|huruf[t+x];
                        SS=0;
                        SPI_MasterTransmit(z);
                        SS=1;
                    }
                }
            }
        }
    }
}
```



```
        return z;
    }

/*****************/
//FUNGSI SUARA
/*****************/
void bacaan(int alamat_ISD)
{
    unsigned char x;
    unsigned char y;
    DDRA=0b11111111;
    DDRC=0b11111111;
    x=(unsigned char)alamat_ISD; //ambil 8 bit LSB dari alamat ISD(int)
    alamat_ISD>>=8; //geser ke kanan 8 bit
    y=(unsigned char)alamat_ISD; //ambil 8 bit MSB dari alamat ISD(int)
    PORTA=x; //panggil 8 bit alamat ISD
    if (y==0x00){A8=0;} //panggil bit ke 9 alamat ISD untuk nilai 0
    else{if (y==0x01){A8=1;}} //panggil bit ke 9 alamat ISD untuk nilai 1
    delay_ms(100);
    PD=0;
    delay_ms(100);
    CE=0;
    delay_ms(50);
    CE=1;
}

/*****************/
//PETUNJUK
/*****************/
void petunjuk(int almt_ISD)
{
    unsigned char x;
    unsigned char y;
    DDRA=0b11111111;
    DDRC=0b11111111;
    x=(unsigned char)almt_ISD;
    almt_ISD>>=8;
    y=(unsigned char)almt_ISD;
    PORTA=x;
    if (y==0x01){A8=1;A9=0;}
    else{if (y==0x02){A8=0;A9=1;}}
    delay_ms(100);
    PD=0;
    delay_ms(100);
    CE=0;
    delay_ms(50);
    CE=1;
}

/*****************/
//RESET ALAMAT ISD
/*****************/
void reset_ISD()
{
    PORTA=0x00;
    PORTB.0=0;
    PORTB.1=0;
}

/*****************/
```

DATA BASE SOAL

```
*****
flash struct soal
{
    flash int harokatk1;
    flash int hurufk1;
    flash int bacaank1;
    flash int harokatk2;
    flash int hurufk2;
    flash int bacaank2;
    flash int harokatk3;
    flash int hurufk3;
    flash int bacaank3;
    flash char jawaban;
};

//database set soal level pertama
flash struct soal levela[60]=
{
    fathah, huruf_alif, a, fathah, huruf_ba, ba,fathah, huruf_alif, a, benar,//0
    fathah, huruf_ba, ta, fathah, huruf_ta, ba,fathah, huruf_alif, ha, salah,//1
    fathah, huruf_alif, a,fathah, huruf_ba, ba, fathah, huruf_ta, ta, benar, //2
    fathah, huruf_ba, ta, fathah, huruf_alif, ba,fathah, huruf_ta, kho, salah, //3
    fathah, huruf_ta, ja, fathah, huruf_ba, ta,fathah, huruf_alif, ba, salah,//4
    fathah, huruf_alif, ba, fathah, huruf_ta, tsa,fathah, huruf_ba, a, salah,//5
    fathah, huruf_ba, ba,fathah, huruf_ta, ta,fathah, huruf_alif, a, benar,//6
    fathah, huruf_ta, ta,fathah, huruf_alif, a,fathah, huruf_ta, ta, benar,//7
    fathah, huruf_ta, ha,fathah, huruf_alif, kho,fathah, huruf_ba, ta, salah,//8
    fathah, huruf_ba, kho,fathah, huruf_ta, ha,fathah, huruf_alif, ja, salah,//9
    fathah, huruf_alif, a,fathah, huruf_ta, ta,fathah, huruf_ta, ta, benar,//10
    fathah, huruf_ta, ha,fathah, huruf_ba, kho,fathah, huruf_alif, tsa, salah,//11
    fathah, huruf_ba, ba,fathah, huruf_alif, a,fathah, huruf_tsa, tsa, benar, //12
    fathah, huruf_ta, ja, fathah, huruf_ba, tsa, fathah, huruf_tsa, ba, salah,//13
    fathah, huruf_ta, kho, fathah, huruf_ta, kho,fathah, huruf_ba, ha, salah,//14
    fathah, huruf_tsa, tsa,fathah, huruf_alif, a, fathah, huruf_ba, ba, benar,//15
    fathah, huruf_ba, ba, fathah, huruf_ta, ta, fathah, huruf_alif, a, benar,//16
    fathah, huruf_tsa, ja, fathah, huruf_ba, ta, fathah, huruf_tsa, ja, salah,//17
    fathah, huruf_ta, ta, fathah, huruf_ba, ba, fathah, huruf_ta, ta, benar,//18
    fathah, huruf_tsa, tsa, fathah, huruf_tsa, tsa,fathah, huruf_alif, a, benar,//19
    fathah, huruf_alif, ta, fathah, huruf_ta, a,fathah, huruf_ta, a, salah,//20
    fathah, huruf_tsa, tsa,fathah, huruf_tsa, tsa, fathah, huruf_ba, ba, benar,//21
    fathah, huruf_ta, tsa, fathah, huruf_ba, ta,fathah, huruf_tsa, ba, salah, //22
    fathah, huruf_tsa, ta, fathah, huruf_ta, ja,fathah, huruf_ba, ta, salah, //23
    fathah, huruf_ja, ba, fathah, huruf_ja, ba,fathah, huruf_alif, ba, salah,//24
    fathah, huruf_ja, ba, fathah, huruf_alif, tsa,fathah, huruf_tsa, a, salah,//25
    fathah, huruf_ja, ja,fathah, huruf_ta, ta,fathah, huruf_alif, a, benar,//26
    fathah, huruf_ja, ja,fathah, huruf_ba, ba,fathah, huruf_tsa, tsa, benar,//27
    fathah, huruf_tsa, ha,fathah, huruf_ja, kho,fathah, huruf_ba, ta, salah,//28
    fathah, huruf_ja, kho, fathah, huruf_alif, ha,fathah, huruf_tsa, ba, salah,//29
    fathah, huruf_ba, ba,fathah, huruf_alif, a,fathah, huruf_ja, ja, benar,//30
    fathah, huruf_tsa, ha,fathah, huruf_alif, a,fathah, huruf_ta, ta, benar,//31
    fathah, huruf_ja, ja,fathah, huruf_alif, a,fathah, huruf_tsa, tsa, benar,//32
    fathah, huruf_ja, ja,fathah, huruf_ja, ja,fathah, huruf_tsa, tsa, benar,//33
    fathah, huruf_ja, ha, fathah, huruf_alif, tsa, fathah, huruf_ja, ha, salah,//34
    fathah, huruf_ja, kho, fathah, huruf_alif, ta,fathah, huruf_kho, ha, salah,//35
    fathah, huruf_tsa, tsa,fathah, huruf_tsa, tsa, fathah, huruf_ja, ja, benar,//36
    fathah, huruf_ha, ha, fathah, huruf_alif, a, fathah, huruf_ja, ja, benar,//37
    fathah, huruf_tsa, ba, fathah, huruf_ha, ta, fathah, huruf_ja, kho, salah,//38
    fathah, huruf_ta, ta, fathah, huruf_ja, ja, fathah, huruf_ha, ha, benar,//39
    fathah, huruf_tsa, tsa, fathah, huruf_ha, ha,fathah, huruf_ba, ba, benar,//40
    fathah, huruf_ta, kho, fathah, huruf_ha, ba,fathah, huruf_ja, ha, salah,//41
```

fathah, huruf_ba, ba,fathah, huruf_ha, ha, fathah, huruf_alif, a, benar, //42
fathah, huruf_tsa, ta, fathah, huruf_alif, ba,fathah, huruf_ja, kho, salah, //43
fathah, huruf_ha, ja, fathah, huruf_alif, ta,fathah, huruf_ha, ja, salah, //44
fathah, huruf_ta, ba, fathah, huruf_ba, tsa,fathah, huruf_tsa, a, salah, //45
fathah, huruf_ha, ha,fathah, huruf_alif, a,fathah, huruf_ta, ta, benar, //46
fathah, huruf_ja, ja,fathah, huruf_ja, ja,fathah, huruf_alif, a, benar, //47
fathah, huruf_ha, ja,fathah, huruf_ha, ja,fathah, huruf_alif, ta, salah, //48
fathah, huruf_kho, ta,fathah, huruf_alif, ha,fathah, huruf_ha, ba, salah, //49
fathah, huruf_kho, kho,fathah, huruf_alif, a,fathah, huruf_ja, ja, benar, //50
fathah, huruf_kho, ha,fathah, huruf_alif, kho,fathah, huruf_tsa, ta, salah, //51
fathah, huruf_ja, ja,fathah, huruf_ta, ta,fathah, huruf_kho, kho, benar, //52
fathah, huruf_kho, kho,fathah, huruf_alif, a,fathah, huruf_ba, ba, benar, //53
fathah, huruf_tsa, ja, fathah, huruf_ha, tsa, fathah, huruf_ta, ba, salah, //54
fathah, huruf_ha, kho, fathah, huruf_alif, ta,fathah, huruf_ja, ha, salah, //55
fathah, huruf_tsa, tsa,fathah, huruf_ha, ha, fathah, huruf_ba, ba, benar, //56
fathah, huruf_kho, kho, fathah, huruf_alif, a, fathah, huruf_ta, ta, benar, //57
fathah, huruf_tsa, ja, fathah, huruf_ha, ta, fathah, huruf_ja, ha, salah, //58
fathah, huruf_kho, kho, fathah, huruf_kho, kho, fathah, huruf_alif, a, benar, //59
};

//database set soal level kedua

flash struct soal level[60]=

{
fathah, huruf_dza, dza, fathah, huruf_alif, a, fathah, huruf_da, da, benar, //0
fathah, huruf_dza, ta, fathah, huruf_da, ba, fathah, huruf_kho, sa, salah, //1
fathah, huruf_da, da, fathah, huruf_ha, ha, fathah, huruf_alif, a, benar, //2
fathah, huruf_dza, sho, fathah, huruf_ha, ta, fathah, huruf_ja, a, salah, //3
fathah, huruf_da, kho,fathah, huruf_ta, da, fathah, huruf_kho, ro, salah, //4
fathah, huruf_dza, kho, fathah, huruf_alif, za,fathah, huruf_tsa, ba, salah, //5
fathah, huruf_kho, kho,fathah, huruf_alif, a, fathah, huruf_ja, ja, benar, //6
fathah, huruf_ha, ha, fathah, huruf_ba, ba, fathah, huruf_dza, dza, benar, //7
fathah, huruf_tsa, ja, fathah, huruf_da, a, fathah, huruf_ha, ro, salah, //8
fathah, huruf_dza, ja, fathah, huruf_kho, sa, fathah, huruf_alif, dza, salah, //9
fathah, huruf_dza, dza, fathah, huruf_alif, a,fathah, huruf_da, da, benar, //10
fathah, huruf_dza, sa, fathah, huruf_da, ha, fathah, huruf_kho, ba, salah, //11
fathah, huruf_za, za,fathah, huruf_alif, a,fathah, huruf_ro, ro, benar, //12
fathah, huruf_za, za,fathah, huruf_ro, ro, fathah, huruf_dza, dza, benar, //13
fathah, huruf_ro, ja, fathah, huruf_da, sho, fathah, huruf_za, ba, salah, //14
fathah, huruf_dza, ro, fathah, huruf_kho, za, fathah, huruf_za, ja, salah, //15
fathah, huruf_da, da,fathah, huruf_ha, ha, fathah, huruf_za, za, benar, //16
fathah, huruf_za, za, fathah, huruf_ro, ro, fathah, huruf_tsa, tsa, benar, //17
fathah, huruf_ja, a, fathah, huruf_ro, sho, fathah, huruf_kho, sa, salah, //18
fathah, huruf_da, da, fathah, huruf_za, za, fathah, huruf_ta, ta, benar, //19
fathah, huruf_ro, ro, fathah, huruf_za, za, fathah, huruf_ba, ba, benar, //20
fathah, huruf_dza, ta, fathah, huruf_ha, ba, fathah, huruf_tsa, ro, salah, //21
fathah, huruf_kho, kho, fathah, huruf_alif, a, fathah, huruf_ja, ja, benar, //22
fathah, huruf_za, ja, fathah, huruf_alif, ta, fathah, huruf_za, ja, salah, //23
fathah, huruf_sya, kho,fathah, huruf_alif, da, fathah, huruf_sa, ro, salah, //24
fathah, huruf_sya, za, fathah, huruf_sya, za,fathah, huruf_sa, ba, salah, //25
fathah, huruf_sya, sya,fathah, huruf_ta, ta, fathah, huruf_za, za, benar, //26
fathah, huruf_tsa, tsa, fathah, huruf_dza, dza, fathah, huruf_sya, sya, benar, //27
fathah, huruf_sa, ta, fathah, huruf_ro, a, fathah, huruf_da, ro, salah, //28
fathah, huruf_dza, za, fathah, huruf_ta, sa, fathah, huruf_sya, a, salah, //29
fathah, huruf_tsa, tsa, fathah, huruf_ha, ha,fathah, huruf_za, za, benar, //30
fathah, huruf_ba, sa, fathah, huruf_sya, ha, fathah, huruf_kho, ba, salah, //31
fathah, huruf_sa, sa,fathah, huruf_ro, ro,fathah, huruf_ja, ja, benar, //32
fathah, huruf_alif, a,fathah, huruf_sya, sya, fathah, huruf_sya, sya, benar, //33
fathah, huruf_dza, ja, fathah, huruf_sya, sho, fathah, huruf_ro, tsa, salah, //34
fathah, huruf_da, sho, fathah, huruf_sa, za, fathah, huruf_ha, ja, salah, //35
fathah, huruf_za, za,fathah, huruf_kho, kho, fathah, huruf_dza, dza, benar, //36

fathah, huruf_sya, sya, fathah, huruf_sa, sa, fathah, huruf_alif, a, benar,//37
fathah, huruf_ro, kho, fathah, huruf_za, sho, fathah, huruf_sya, za, salah,//38
fathah, huruf_da, da, fathah, huruf_sa, sa, fathah, huruf_kho, kho, benar,//39
fathah, huruf_ja, ja, fathah, huruf_za, za, fathah, huruf_sya, sya, benar,//40
fathah, huruf_sya, ta, fathah, huruf_alif, ba, fathah, huruf_sho, sa, salah,//41
fathah, huruf_za, za, fathah, huruf_sya, sya, fathah, huruf_sho, sho, benar,//42
fathah, huruf_sho, da, fathah, huruf_ro, ta, fathah, huruf_sa, a, salah,//43
fathah, huruf_dza, kho,fathah, huruf_tsa, da, fathah, huruf_sho, ro, salah,//44
fathah, huruf_sho, da, fathah, huruf_sa, za,fathah, huruf_da, ba, salah,//45
fathah, huruf_dho, dho,fathah, huruf_alif, a, fathah, huruf_sho, sho, benar,//46
fathah, huruf_ro, ro, fathah, huruf_dho, dho, fathah, huruf_ha, ha, benar,//47
fathah, huruf_dho, ta, fathah, huruf_sho, a, fathah, huruf_alif, ro, salah,//48
fathah, huruf_dho, dza, fathah, huruf_alif, sa, fathah, huruf_sya, a, salah,//49
fathah, huruf_za, za, fathah, huruf_kho, kho,fathah, huruf_sya, sya, benar,//50
fathah, huruf_ba, sa, fathah, huruf_ro, ha, fathah, huruf_dho, ba, salah,//51
fathah, huruf_tsa, tsa,fathah, huruf_ha, ha,fathah, huruf_sho, sho, benar,//52
fathah, huruf_za, za,fathah, huruf_da, da, fathah, huruf_sho, sho, benar,//53
fathah, huruf_dho, ja, fathah, huruf_sya, sho, fathah, huruf_da, ba, salah,//54
fathah, huruf_dza, ha, fathah, huruf_ha, za, fathah, huruf_sa, ja, salah,//55
fathah, huruf_da, da,fathah, huruf_sho, sho, fathah, huruf_ro, ro, benar,//56
fathah, huruf_dza, dza, fathah, huruf_ta, ta, fathah, huruf_dho, dho, benar,//57
fathah, huruf_za, a, fathah, huruf_kho, sho, fathah, huruf_tsa, ja, salah,//58
fathah, huruf_dza, dza, fathah, huruf_ja, ja, fathah, huruf_dho, dho, benar//59
};

//database set soal level ketiga
flash struct soal levelc[60]={

fathah, huruf_tho, tho, fathah, huruf_alif, a,fathah, huruf_zho, zho, benar,/0
fathah, huruf_zho, fa,fathah, huruf_tho, da, fathah, huruf_ba, za, salah, //1
fathah, huruf_dza, dza, fathah, huruf_ha, ha, fathah, huruf_zho, zho, benar,/2
fathah, huruf_zho, da,fathah, huruf_dho, sa, fathah, huruf_sa, ta, salah, //3
fathah, huruf_zho, ja,fathah, huruf_sho, qo, fathah, huruf_da, gho, salah,/4
fathah, huruf_dza, ja,fathah, huruf_ha, qo, fathah, huruf_tho, gho, salah,/5
fathah, huruf_zho, zho, fathah, huruf_alif, a, fathah, huruf_sya, sya,benar,/6
fathah, huruf_sho, sho,fathah, huruf_ro, ro, fathah, huruf_sa, sa, benar, //7
fathah, huruf_tho, zho, fathah, huruf_kho, qo,fathah, huruf_za, ja, salah,/8
fathah, huruf_dho, da,fathah, huruf_ro, tho,fathah, huruf_tsa, aa, salah,/9
fathah, huruf_dho, dho,fathah, huruf_kho, kho,fathah, huruf_za, za, benar,/10
fathah, huruf_zho, gho, fathah, huruf_dho, tho,fathah, huruf_ta, kho, salah,/11
fathah, huruf_sya, sya,fathah, huruf_da, da, fathah, huruf_sho, sho, benar,/12
fathah, huruf_dho, dho,fathah, huruf_tho, tho,fathah, huruf_ja, ja, benar, //13
fathah, huruf_zho, tho,fathah, huruf_tho, gho, fathah, huruf_sya, da, salah,/14
fathah, huruf_aa, fa, fathah, huruf_alif, qo,fathah, huruf_zho, za, salah, //15
fathah, huruf_ro, ro,fathah, huruf_aa, aa, fathah, huruf_ta, ta, benar,/16
fathah, huruf_tho, tho, fathah, huruf_aa, aa,fathah, huruf_ba, ba,benar,/17
fathah, huruf_aa, ja, fathah, huruf_alif, ba,fathah, huruf_gho, tho, salah,/18
fathah, huruf_zho, zho, fathah, huruf_gho, gho,fathah, huruf_da, da, benar, //19
fathah, huruf_gho, gho, fathah, huruf_tho, tho,fathah, huruf_aa, aa, benar,/20
fathah, huruf_zho, fa,fathah, huruf_aa, da, fathah, huruf_tsa, za, salah, //21
fathah, huruf_zho, zho, fathah, huruf_gho, gho, fathah, huruf_za, za, benar,/22
fathah, huruf_aa, da,fathah, huruf_tho, za, fathah, huruf_sa, ta, salah, //23
fathah, huruf_zho, ja,fathah, huruf_gho, qo, fathah, huruf_ha, gho, salah,/24
fathah, huruf_tho, za,fathah, huruf_gho, qo, fathah, huruf_sya, tho, salah,/25
fathah, huruf_aa, aa, fathah, huruf_ro, ro, fathah, huruf_sho, sho,benar,/26
fathah, huruf_zho, zho,fathah, huruf_kho, kho, fathah, huruf_za, za, benar,/27
fathah, huruf_dza, zho, fathah, huruf_aa, qo,fathah, huruf_dho, za, salah,/28
fathah, huruf_dho, da,fathah, huruf_gho, tho,fathah, huruf_ta, aa, salah,/29
fathah, huruf_zho, zho,fathah, huruf_ro, zho,fathah, huruf_sya, dho, benar,/30
fathah, huruf_zho, gho, fathah, huruf_aa, tho,fathah, huruf_tho, kho, salah,/31
fathah, huruf_sho, sho,fathah, huruf_gho, gho, fathah, huruf_ba, ba, benar,/32

fathah, huruf_gho, gho,fathah, huruf_alif, a,fathah, huruf_fa, fa, benar, //33
fathah, huruf_dho, tho,fathah, huruf_aa, gho, fathah, huruf_fa, da, salah, //34
fathah, huruf_sho, fa, fathah, huruf_fa, qo,fathah, huruf_gho, za, salah, //35
fathah, huruf_ha, ha,fathah, huruf_ta, ta, fathah, huruf_fa, fa, benar, //36
fathah, huruf_za, za, fathah, huruf_ja, ja,fathah, huruf_gho, gho,benar, //37
fathah, huruf_zho, ja, fathah, huruf_fa, ba,fathah, huruf_ha, tho, salah, //38
fathah, huruf_da, da, fathah, huruf_aa, aa,fathah, huruf_tho, tho, benar, //39
fathah, huruf_gho, gho, fathah, huruf_fa, fa,fathah, huruf_sho, sho, benar, //40
fathah, huruf_dho, fa,fathah, huruf_kho, da, fathah, huruf_sya, za, salah, //41
fathah, huruf_zho, zho, fathah, huruf_gho, gho, fathah, huruf_sa, sa, benar, //42
fathah, huruf_dza, ha,fathah, huruf_fa, sa, fathah, huruf_kho, ta, salah, //43
fathah, huruf_dho, ja,fathah, huruf_gho, qo, fathah, huruf_sya, gho, salah, //44
fathah, huruf_aa, za,fathah, huruf_za, qo, fathah, huruf_fa, tho, salah, //45
fathah, huruf_tho, tho, fathah, huruf_gho, gho, fathah, huruf_tsa, tsa,benar, //46
fathah, huruf_ro, ro,fathah, huruf_fa, fa, fathah, huruf_zho, zho, benar, //47
fathah, huruf_dho, ro, fathah, huruf_ba, qo,fathah, huruf_qo, za, salah, //48
fathah, huruf_fa, da,fathah, huruf_tho, gho,fathah, huruf_qo, aa, salah, //49
fathah, huruf_qo, qo,fathah, huruf_ro, ro,fathah, huruf_fa, fa, benar, //50
fathah, huruf_zho, gho, fathah, huruf_gho, tho,fathah, huruf_tsa, kho, salah, //51
fathah, huruf_zho, zho,fathah, huruf_qo, qo, fathah, huruf_fa, fa, benar, //52
fathah, huruf_fa, fa,fathah, huruf_aa, aa,fathah, huruf_sa, sa, benar, //53
fathah, huruf_kho, tho,fathah, huruf_dza, gho, fathah, huruf_ha, da, salah, //54
fathah, huruf_sho, fa, fathah, huruf_fa, qo,fathah, huruf_qo, za, salah, //55
fathah, huruf_da, da,fathah, huruf_qo, qo, fathah, huruf_aa, aa, benar, //56
fathah, huruf_tho, tho, fathah, huruf_gho, gho,fathah, huruf_dho, dho,benar, //57
fathah, huruf_aa, ja, fathah, huruf_fa, ba,fathah, huruf_sya, tho, salah, //58
fathah, huruf_qo, qo, fathah, huruf_qo, qo,fathah, huruf_za, za, benar //59
};

//database set soal level keempat
flash struct soal leveld[60]={
fathah, huruf_ba, ba,fathah, huruf_la, la, fathah, huruf_qo, qo,benar, //0
fathah, huruf_la, da,fathah, huruf_aa, za,fathah, huruf_ja, sho, salah, //1
fathah, huruf_tho, tho,fathah, huruf_la, la, fathah, huruf_kho, kho, benar, //2
fathah, huruf_ro, fa,fathah, huruf_ka, za,fathah, huruf_dza, kho, salah, //3
fathah, huruf_zho, aa,fathah, huruf_la, ba, fathah, huruf_gho, tho, salah, //4
fathah, huruf_sho, za, fathah, huruf_fa, qo, fathah, huruf_qo, tho, salah, //5
fathah, huruf_la, la, fathah, huruf_ka, ka, fathah, huruf_sya, sya, benar, //6
fathah, huruf_sa, sa, fathah, huruf_gho, gho, fathah, huruf_da, da, benar, //7
fathah, huruf_la, da, fathah, huruf_ka, ro, fathah, huruf_sya, ja, salah, //8
fathah, huruf_aa, ha, fathah, huruf_ro, za,fathah, huruf_dho, za, salah, //9
fathah, huruf_zho, zho, fathah, huruf_ta, ta,fathah, huruf_za, za, benar, //10
fathah, huruf_la, za, fathah, huruf_la, za, fathah, huruf_ka, ma, salah, //11
fathah, huruf_dho, dho, fathah, huruf_ma, ma, fathah, huruf_gho, gho, benar, //12
fathah, huruf_sa, sa, fathah, huruf_ma, ma, fathah, huruf_la, la, benar, //13
fathah, huruf_aa, ha, fathah, huruf_ma, hha, fathah, huruf_ja, ya, salah, //14
fathah, huruf_dho, ka, fathah, huruf_ro, la, fathah, huruf_fa, wa, salah, //15
fathah, huruf_ma, ma, fathah, huruf_ro, hha, fathah, huruf_ka, zho, benar, //16
fathah, huruf_tho, tho, fathah, huruf_la, la,fathah, huruf_kho, kho, benar, //17
fathah, huruf_da, na, fathah, huruf_ma, hha, fathah, huruf_sho, ya, salah, //18
fathah, huruf_dza, dza, fathah, huruf_ta, ta, fathah, huruf_zho, zho, benar, //19
fathah, huruf_qo, qo,fathah, huruf_za, za, fathah, huruf_ma, ma,benar, //20
fathah, huruf_la, da,fathah, huruf_ma, za,fathah, huruf_sya, sho, salah, //21
fathah, huruf_ha, ha,fathah, huruf_ka, ka, fathah, huruf_fa, fa, benar, //22
fathah, huruf_ma, za,fathah, huruf_ma, za,fathah, huruf_gho, kho, salah, //23
fathah, huruf_fa, aa,fathah, huruf_zho, ba, fathah, huruf_na, tho, salah, //24
fathah, huruf_sya, za, fathah, huruf_gho, qo, fathah, huruf_na, tho, salah, //25
fathah, huruf_na, na, fathah, huruf_aa, aa, fathah, huruf_tho, tho, benar, //26
fathah, huruf_dho, dho, fathah, huruf_ma, ma, fathah, huruf_sho, sho, benar, //27
fathah, huruf_na, da, fathah, huruf_ro, hha, fathah, huruf_qo, ja, salah, //28

fathah, huruf_qo, ha, fathah, huruf_la, za,fathah, huruf_kho, za, salah, //29
fathah, huruf_na, na, fathah, huruf_ma, ma,fathah, huruf_za, za, benar, //30
fathah, huruf_ba, ja, fathah, huruf_dza, za, fathah, huruf_ka, ma, salah, //31
fathah, huruf_da, da, fathah, huruf_na, na, fathah, huruf_ja, ja, benar, //32
fathah, huruf_sa, sa, fathah, huruf_na, na, fathah, huruf_ka, ka, benar, //33
fathah, huruf_zho, ha, fathah, huruf_ha, ja, fathah, huruf_la, ya, salah, //34
fathah, huruf_na, la, fathah, huruf_na, la, fathah, huruf_kho, ma, salah, //35
fathah, huruf_ro, ro, fathah, huruf_za, za, fathah, huruf_wa, wa, benar, //36
fathah, huruf_gho, gho, fathah, huruf_la, la,fathah, huruf_wa, wa, benar, //37
fathah, huruf_ma, na, fathah, huruf_wa, hha, fathah, huruf_da, ya, salah, //38
fathah, huruf_na, na, fathah, huruf_tho, tho, fathah, huruf_fa, fa, benar, //39
fathah, huruf_ma, ma,fathah, huruf_wa, wa, fathah, huruf_qo, qo,benar, //40
fathah, huruf_na, da,fathah, huruf_wa, za,fathah, huruf_ka, sho, salah, //41
fathah, huruf_aa, aa,fathah, huruf_ja, ja, fathah, huruf_zho, zho, benar, //42
fathah, huruf_ta, ro,fathah, huruf_ka, za,fathah, huruf_sa, kho, salah, //43
fathah, huruf_sho, aa,fathah, huruf_wa, ba, fathah, huruf_kho, tho, salah, //44
fathah, huruf_dho, za, fathah, huruf_ha, qo, fathah, huruf_dza, tho, salah, //45
fathah, huruf_la, la, fathah, huruf_wa, wa, fathah, huruf_sya, sya, benar, //46
fathah, huruf_wa, wa, fathah, huruf_na, na, fathah, huruf_wa, wa, benar, //47
fathah, huruf_ro, da, fathah, huruf_ya, ro, fathah, huruf_dho, ja, salah, //48
fathah, huruf_ya, ha, fathah, huruf_ha, za,fathah, huruf_dho, za, salah, //49
fathah, huruf_na, na, fathah, huruf_ya, ya,fathah, huruf_za, za, benar, //50
fathah, huruf_gho, ja, fathah, huruf_ya, za, fathah, huruf_sa, ma, salah, //51
fathah, huruf_la, la, fathah, huruf_ka, ka, fathah, huruf_wa, wa, benar, //52
fathah, huruf_kho, kho, fathah, huruf_ya, ya, fathah, huruf_hha, hha, benar, //53
fathah, huruf_zho, ha, fathah, huruf_hha, ja, fathah, huruf_tho, ya, salah, //54
fathah, huruf_aa, ka, fathah, huruf_ya, la, fathah, huruf_sya, wa, salah, //55
fathah, huruf_fa, fa, fathah, huruf_qo, qo, fathah, huruf_wa, wa, benar, //56
fathah, huruf_ma, ma, fathah, huruf_ya, ya,fathah, huruf_hha, hha, benar, //57
fathah, huruf_tsa, na, fathah, huruf_dza, hha, fathah, huruf_ja, ya, salah, //58
fathah, huruf_ya, ya, fathah, huruf_da, da, fathah, huruf_ya, ya, benar //59
};

//database set soal level kelima
flash struct soal levele[60]={
fathah, huruf_na,na , fathah, huruf_ba, ba, kasroh, huruf_ta, ti, benar, //0
kasroh, huruf_sa, si, fathah, huruf_ja, ni,fathah, huruf_na, ja, salah, //1
kasroh, huruf_da, di, fathah, huruf_la, la, fathah, huruf_ba, ba, benar, //2
kasroh, huruf_na, hi, fathah, huruf_sa, ja, fathah, huruf_ha, sho, salah, //3
fathah, huruf_da, hi, kasroh, huruf_hha, sho, fathah, huruf_sya, ji, salah, //4
fathah, huruf_ma, hi, kasroh, huruf_za, sho, fathah, huruf_la, ji, salah, //5
kasroh, huruf_la, li, kasroh, huruf_aa, ii, fathah, huruf_fa, fa, benar, //6
fathah, huruf_aa, aa, kasroh, huruf_sho, shi, kasroh, huruf_fa, fi, benar, //7
kasroh, huruf_ba, mi, kasroh, huruf_ta, dhi, fathah, huruf_ka, ja, salah, //8
kasroh, huruf_sa, wi, kasroh, huruf_la, ni,fathah, huruf_ja, ya, salah, //9
kasroh, huruf_ba, bi, kasroh, huruf_tho, thi, fathah, huruf_kho, kho, benar, //10
kasroh, huruf_alif, i, kasroh, huruf_ro, li, fathah, huruf_qo, da, salah, //11
kasroh, huruf_na, ni, kasroh, huruf_ya, yi, fathah, huruf_ba, ba, benar, //12
kasroh, huruf_ka, ki, kasroh, huruf_la, li, fathah, huruf_ma, ma, benar, //13
kasroh, huruf_ma, fi, kasroh, huruf_la, ni, fathah, huruf_aa, ya, salah, //14
kasroh, huruf_da, thi, kasroh, huruf_hha, bi, fathah, huruf_sya, a, salah, //15
kasroh, huruf_da, di, fathah, huruf_hha, hha, kasroh, huruf_ja, ji, benar, //16
kasroh, huruf_da, di, fathah, huruf_la, la,kasroh, huruf_ba, bi, benar, //17
kasroh, huruf_da, zi, fathah, huruf_ma, kho, kasroh, huruf_aa, ji, salah, //18
fathah, huruf_ro, ro, fathah, huruf_fa, fa, kasroh, huruf_gho, ghi, benar, //19
fathah, huruf_ta, ta, kasroh, huruf_ba, bi, fathah, huruf_tsa, tsa, benar, //20
fathah, huruf_fa, kho, kasroh, huruf_sho, ni,fathah, huruf_aa, ja, salah, //21
fathah, huruf_la, la, kasroh, huruf_tho, thi, fathah, huruf_ba, ba, benar, //22
fathah, huruf_ro, qo, kasroh, huruf_da, ji, fathah, huruf_qo, sho, salah, //23
fathah, huruf_da, fa, fathah, huruf_hha, kho, kasroh, huruf_ja, di, salah, //24

kasroh, huruf_sya, ti, fathah, huruf_ro, sho, kasroh, huruf_fa, ji, salah, //25
fathah, huruf_da, da, fathah, huruf_hha, hha, kasroh, huruf_ma, mi, benar, //26
kasroh, huruf_ma, mi, fathah, huruf_aa, aa, kasroh, huruf_na, ni, benar, //27
fathah, huruf_ya, ma, kasroh, huruf_da, ji, fathah, huruf_hha, kho, salah, //28
fathah, huruf_ma, wa, kasroh, huruf_aa, ni, fathah, huruf_na, ya, salah, //29
fathah, huruf_ro, ro, kasroh, huruf_hha, hhi, fathah, huruf_zho, zho, benar, //30
fathah, huruf_na, sya, kasroh, huruf_tho, li, fathah, huruf_ba, da, salah, //31
fathah, huruf_ma, ma, fathah, huruf_ro, ro, kasroh, huruf_ka, ki, benar, //32
kasroh, huruf_la, li, fathah, huruf_sho, sho, kasroh, huruf_fa, fi, benar, //33
fathah, huruf_ma, fa, fathah, huruf_ya, na, kasroh, huruf_kho, mi, salah, //34
kasroh, huruf_qo, thi, fathah, huruf_qo, tho, kasroh, huruf_sya, di, salah, //35
kasroh, huruf_ma, mi, fathah, huruf_ja, ja, kasroh, huruf_la, li, benar, //36
kasroh, huruf_qo, qi, fathah, huruf_la, la, fathah, huruf_fa, fa, benar, //37
fathah, huruf_ba, za, fathah, huruf_qo, sya, kasroh, huruf_aa, ji, salah, //38
kasroh, huruf_ba, bi, fathah, huruf_dza, dza, fathah, huruf_aa, aa, benar, //39
fathah, huruf_zho, zho, kasroh, huruf_fa, fi, fathah, huruf_ha, ha, benar, //40
fathah, huruf_tho, kho, kasroh, huruf_kho, ni, fathah, huruf_sa, ja, salah, //41
fathah, huruf_qo, qo, kasroh, huruf_sa, si, fathah, huruf_gho, gho, benar, //42
fathah, huruf_ro, qo, kasroh, huruf_dho, ji, fathah, huruf_na, sho, salah, //43
fathah, huruf_na, ba, kasroh, huruf_ya, khi, fathah, huruf_la, da, salah, //44
fathah, huruf_aa, ta, kasroh, huruf_fa, shi, fathah, huruf_da, ja, salah, //45
fathah, huruf_ma, ma, kasroh, huruf_za, zi, fathah, huruf_la, la, benar, //46
fathah, huruf_la, la, kasroh, huruf_qo, qi, fathah, huruf_tsa, tsa, benar, //47
fathah, huruf_ta, ba, kasroh, huruf_na, dhi, fathah, huruf_qo, ja, salah, //48
fathah, huruf_ya, wa, kasroh, huruf_hha, ni, fathah, huruf_ma, ya, salah, //49
fathah, huruf_da, da, kasroh, huruf_ba, bi, fathah, huruf_aa, aa, benar, //50
fathah, huruf_hha, sya, kasroh, huruf_tho, li, fathah, huruf_sya, da, salah, //51
fathah, huruf_ro, ro, kasroh, huruf_dho, dhi, fathah, huruf_ha, ha, benar, //52
kasroh, huruf_na, ni, kasroh, huruf_fa, fi, fathah, huruf_aa, aa, benar, //53
fathah, huruf_aa, fa, kasroh, huruf_sya, ni, fathah, huruf_kho, ma, salah, //54
kasroh, huruf_aa, thi, fathah, huruf_qo, ba, fathah, huruf_ba, a, salah, //55
kasroh, huruf_aa, ii, fathah, huruf_na, na, kasroh, huruf_gho, ghi, benar, //56
fathah, huruf_la, la, kasroh, huruf_aa, ii, fathah, huruf_ba, ba, benar, //57
kasroh, huruf_tho, zi, fathah, huruf_aa, qo, kasroh, huruf_fa, ji, salah, //58
kasroh, huruf_ta, ti, fathah, huruf_aa, aa, kasroh, huruf_za, zi, benar, //59
};

//database set soal level keenam
flash struct soal leve1f[60]={
 fathah, huruf_la, la, kasroh, huruf_aa, ii, domah, huruf_fa, fu, benar, //0
 fathah, huruf_ba, ma, kasroh, huruf_ta, ni, domah, huruf_ka, u, salah, //1
 fathah, huruf_alif, a, kasroh, huruf_ro, ri, domah, huruf_qo, qu, benar, //2
 fathah, huruf_ba, ro, kasroh, huruf_ro, si, domah, huruf_dho, hhu, salah, //3
 fathah, huruf_wa, dza, domah, huruf_hha, ru, fathah, huruf_wa, dza, salah, //4
 fathah, huruf_ma, zho, domah, huruf_ha, qu, fathah, huruf_dho, ja, salah, //5
 fathah, huruf_aa, aa, domah, huruf_ja, ju, fathah, huruf_sya, sya, benar, //6
 fathah, huruf_ba, ba, domah, huruf_ro, ru, fathah, huruf_qo, qo, benar, //7
 domah, huruf_la, ju, domah, huruf_ja, dhu, fathah, huruf_ro, dza, salah, //8
 fathah, huruf_ma, fa, domah, huruf_zho, nu, fathah, huruf_aa, da, salah, //9
 fathah, huruf_ro, ro, domah, huruf_tsa, tsu, fathah, huruf_ka, ka, benar, //10
 fathah, huruf_la, kho, domah, huruf_sa, yu, domah, huruf_ro, bu, salah, //11
 domah, huruf_qo, qu, kasroh, huruf_la, li, fathah, huruf_qo, qo, benar, //12
 domah, huruf_alif, u, kasroh, huruf_ro, ri, fathah, huruf_ba, ba, benar, //13
 domah, huruf_dho, nu, kasroh, huruf_ba, ti, fathah, huruf_qo, sya, salah, //14
 domah, huruf_tho, yu, kasroh, huruf_sa, ti, fathah, huruf_ba, la, salah, //15
 domah, huruf_ma, mu, kasroh, huruf_la, li, fathah, huruf_ha, ha, benar, //16
 fathah, huruf_ma, ma, kasroh, huruf_zho, zhi, fathah, huruf_aa, aa, benar, //17
 domah, huruf_zho, su, kasroh, huruf_fa, hhi, fathah, huruf_ha, wa, salah, //18
 domah, huruf_la, lu, kasroh, huruf_la, li, fathah, huruf_ja, ja, benar, //19
 kasroh, huruf_hha, hhi, fathah, huruf_la, la, fathah, huruf_wa, wa, benar, //20

kasroh, huruf_aa, mi, kasroh, huruf_sa, ni, fathah, huruf_wa, a, salah, //21
kasroh, huruf_tsa, tsi, kasroh, huruf_aa, ii, fathah, huruf_ba, ba, benar, //22
kasroh, huruf_da, ri, kasroh, huruf_ja, si, fathah, huruf_ma, da, salah, //23
domah, huruf_ba, dzu, kasroh, huruf_qo, ri, fathah, huruf_ro, ro, salah, //24
domah, huruf_da, zhu, kasroh, huruf_ja, qi, fathah, huruf_ma, ja, salah, //25
domah, huruf_da, du, kasroh, huruf_hha, hhi, fathah, huruf_sya, sya, benar, //26
domah, huruf_la, lu, kasroh, huruf_ka, ki, fathah, huruf_wa, wa, benar, //27
domah, huruf_da, ju, kasroh, huruf_aa, thi, domah, huruf_ma, dzu, salah, //28
domah, huruf_ta, fu, kasroh, huruf_ma, ni, domah, huruf_ma, du, salah, //29
domah, huruf_tho, thu, kasroh, huruf_qo, qi, domah, huruf_ma, mu, benar, //30
domah, huruf_ba, khu, kasroh, huruf_ja, yi, domah, huruf_ma, bu, salah, //31
fathah, huruf_ya, ya, kasroh, huruf_sa, si, fathah, huruf_wa, wa, benar, //32
fathah, huruf_sa, sa, kasroh, huruf_aa, ii, fathah, huruf_wa, wa, benar, //33
fathah, huruf_ro, na, fathah, huruf_ka, ta, domah, huruf_sa, du, salah, //34
kasroh, huruf_sho, yi, fathah, huruf_wa, ta, fathah, huruf_na, la, salah, //35
fathah, huruf_ma, ma, domah, huruf_la, lu, domah, huruf_zho, zhu, benar, //36
domah, huruf_ba, bu, kasroh, huruf_ka, ki, fathah, huruf_wa, wa, benar, //37
fathah, huruf_na, sa, kasroh, huruf_hha, ni, domah, huruf_ma, wu, salah, //38
fathah, huruf_tsa, tsa, fathah, huruf_ma, ma, kasroh, huruf_ba, bi, benar, //39
kasroh, huruf_ta, ti, fathah, huruf_la, la, kasroh, huruf_ma, mi, benar, //40
kasroh, huruf_sya, syi, fathah, huruf_kho, ha, fathah, huruf_fa, a, salah, //41
kasroh, huruf_la, li, fathah, huruf_qo, qo, fathah, huruf_ma, ma, benar, //42
kasroh, huruf_sho, ri, domah, huruf_ya, lu, fathah, huruf_sa, da, salah, //43
kasroh, huruf_ro, zi, fathah, huruf_ya, ro, fathah, huruf_wa, ta, salah, //44
kasroh, huruf_qo, hhi, kasroh, huruf_da, di, fathah, huruf_sho, ka, salah, //45
kasroh, huruf_gho, ghi, fathah, huruf_ya, ya, fathah, huruf_ma, ma, benar, //46
fathah, huruf_ya, ya, kasroh, huruf_sya, syi, fathah, huruf_gho, gho, benar, //47
fathah, huruf_la, ja, domah, huruf_gho, dhu, kasroh, huruf_ba, dzi, salah, //48
kasroh, huruf_ma, fi, domah, huruf_ya, nu, fathah, huruf_wa, da, salah, //49
kasroh, huruf_la, li, fathah, huruf_sho, sho, kasroh, huruf_fa, fi, benar, //50
kasroh, huruf_ma, khi, fathah, huruf_wa, ya, fathah, huruf_sho, gho, salah, //51
fathah, huruf_la, la, kasroh, huruf_ba, bi, fathah, huruf_ro, ro, benar, //52
kasroh, huruf_la, li, fathah, huruf_ka, ka, kasroh, huruf_ba, bi, benar, //53
domah, huruf_da, nu, kasroh, huruf_ja, ti, fathah, huruf_ta, sya, salah, //54
kasroh, huruf_tsa, yi, domah, huruf_ta, khu, fathah, huruf_fa, la, salah, //55
kasroh, huruf_fa, fi, domah, huruf_sho, shu, domah, huruf_ha, hu, benar, //56
fathah, huruf_ma, ma, domah, huruf_hha, hhu, fathah, huruf_da, da, benar, //57
kasroh, huruf_ma, si, kasroh, huruf_aa, hhi, fathah, huruf_tho, gho, salah, //58
kasroh, huruf_ta, ti, fathah, huruf_aa, aa, kasroh, huruf_sya, syi, benar }; //59

//MEMANGGIL SOAL

void tampilan_soal(flash struct soal level[], char no_soal)
{
 cetak_huruf(kolom3, level[no_soal].harokatk3, level[no_soal].hurufk3);
 cetak_huruf(kolom2, level[no_soal].harokatk2, level[no_soal].hurufk2);
 cetak_huruf(kolom1, level[no_soal].harokatk1, level[no_soal].hurufk1);
 bacaan(level[no_soal].bacaank3);
 delay_ms(1000);
 bacaan(level[no_soal].bacaank2);
 delay_ms(1000);
 bacaan(level[no_soal].bacaank1);
 delay_ms(1000);
}

//MENGECEK BACAAN

void cek_bacaan(int cek_harokat, int cek_huruf)
{

```
if (cek_harokat==fathah)
{
switch (cek_huruf)
{
    case huruf_alif : bacaan(a) ;break;
    case huruf_ba   : bacaan(ba) ;break;
    case huruf_ta   : bacaan(ta) ;break;
    case huruf_tsa  : bacaan(tsa) ;break;
    case huruf_ja   : bacaan(ja) ;break;
    case huruf_ha   : bacaan(ha) ;break;
    case huruf_kho  : bacaan(kho) ;break;
    case huruf_da   : bacaan(da) ;break;
    case huruf_dza  : bacaan(dza) ;break;
    case huruf_ro   : bacaan(ro) ;break;
    case huruf_za   : bacaan(za) ;break;
    case huruf_sa   : bacaan(sa) ;break;
    case huruf_sya  : bacaan(sya) ;break;
    case huruf_sho  : bacaan(sho) ;break;
    case huruf_dho  : bacaan(dho) ;break;
    case huruf_tho  : bacaan(tho) ;break;
    case huruf_zho  : bacaan(zho) ;break;
    case huruf_aa   : bacaan(aa) ;break;
    case huruf_gho  : bacaan(gho) ;break;
    case huruf_fa   : bacaan(fa) ;break;
    case huruf_qo   : bacaan(qo) ;break;
    case huruf_ka   : bacaan(ka) ;break;
    case huruf_la   : bacaan(la) ;break;
    case huruf_ma   : bacaan(ma) ;break;
    case huruf_na   : bacaan(na) ;break;
    case huruf_wa   : bacaan(wa) ;break;
    case huruf_hha  : bacaan(hha) ;break;
    case huruf_ya   : bacaan(ya) ;break;
}
}
else
{if (cek_harokat==kasroh)
{
switch (cek_huruf)
{
    case huruf_alif : bacaan(i) ;break;
    case huruf_ba   : bacaan(bi) ;break;
    case huruf_ta   : bacaan(ti) ;break;
    case huruf_tsa  : bacaan(tsi) ;break;
    case huruf_ja   : bacaan(ji) ;break;
    case huruf_ha   : bacaan(hi) ;break;
    case huruf_kho  : bacaan(khi) ;break;
    case huruf_da   : bacaan(di) ;break;
    case huruf_dza  : bacaan(dzi) ;break;
    case huruf_ro   : bacaan(ri) ;break;
    case huruf_za   : bacaan(zi) ;break;
    case huruf_sa   : bacaan(si) ;break;
    case huruf_sya  : bacaan(syi) ;break;
    case huruf_sho  : bacaan(shi) ;break;
    case huruf_dho  : bacaan(dhi) ;break;
    case huruf_tho  : bacaan(thi) ;break;
    case huruf_zho  : bacaan(zhi) ;break;
    case huruf_aa   : bacaan(ii) ;break;
    case huruf_gho  : bacaan(ghi) ;break;
    case huruf_fa   : bacaan(fi) ;break;
    case huruf_qo   : bacaan(qi) ;break;
}
```



```
case huruf_ka : bacaan(ki) ;break;
case huruf_la : bacaan(li) ;break;
case huruf_ma : bacaan(mi) ;break;
case huruf_na : bacaan(ni) ;break;
case huruf_wa : bacaan(wi) ;break;
case huruf_hha : bacaan(hhi) ;break;
case huruf_ya : bacaan(yi) ;break;
}
}
else
{if (cek_harokat==domah)
{
switch (cek_huruf)
{
case huruf_alif : bacaan(u) ;break;
case huruf_ba : bacaan(bu) ;break;
case huruf_ta : bacaan(tu) ;break;
case huruf_tsa : bacaan(tsu) ;break;
case huruf_ja : bacaan(ju) ;break;
case huruf_ha : bacaan(hu) ;break;
case huruf_kho : bacaan(khu) ;break;
case huruf_da : bacaan(du) ;break;
case huruf_dza : bacaan(dzu) ;break;
case huruf_ro : bacaan(ru) ;break;
case huruf_za : bacaan(zu) ;break;
case huruf_sa : bacaan(su) ;break;
case huruf_sya : bacaan(syu) ;break;
case huruf_sho : bacaan(shu) ;break;
case huruf_dho : bacaan(dhu) ;break;
case huruf_tho : bacaan(thu) ;break;
case huruf_zho : bacaan(zhu) ;break;
case huruf_aa : bacaan(uu) ;break;
case huruf_gho : bacaan(ghu) ;break;
case huruf_fa : bacaan(fu) ;break;
case huruf_qo : bacaan(qu) ;break;
case huruf_ka : bacaan(ku) ;break;
case huruf_la : bacaan(lu) ;break;
case huruf_ma : bacaan(mu) ;break;
case huruf_na : bacaan(nu) ;break;
case huruf_wa : bacaan(wu) ;break;
case huruf_hha : bacaan(hhu) ;break;
case huruf_ya : bacaan(yu) ;break;
}
}
}
}
}

//TAMPILAN AWAL
void tampil_awal()
{
char x=0;
char y=0;
char z=0x00;
char bank[6]={0x40, 0x41, 0x42, 0x43, 0x44, 0x45};
char pos1=0x80;

for(y=0; y<6; y++)
{
    
```

```
{  
    dc=0;  
    SS=0;  
    SPI_MasterTransmit(posi);  
    SS=1;  
  
    SS=0;  
    SPI_MasterTransmit(bank[y]);  
    SS=1;  
  
    dc=1;  
    for (x=0; x<84; x++)  
    {  
        SS=0;  
        SPI_MasterTransmit(z);  
        SS=1;  
    }  
}  
  
/*************  
PENILAIAN  
*****/  
void nilai(unsigned char posisi)  
{  
    char x=0;  
    char y=0x45;  
    char z[8]={0x00,0x3E,0x3E,0x3E,0x3E,0x3E,0x00,0x00};  
    char posi=0x80;  
  
    switch (posisi)  
    {  
        case nilai1 : posi=0x80;break;  
        case nilai2 : posi=0x88;break;  
        case nilai3 : posi=0x90;break;  
        case nilai4 : posi=0x98;break;  
        case nilai5 : posi=0xA0;break;  
        case nilai6 : posi=0xA8;break;  
        case nilai7 : posi=0xB0;break;  
        case nilai8 : posi=0xB8;break;  
        case nilai9 : posi=0xC0;break;  
        case nilai10 : posi=0xC8;break;  
    }  
  
    dc=0;  
    SS=0;  
    SPI_MasterTransmit(y);  
    SS=1;  
    SS=0;  
    SPI_MasterTransmit(posi);  
    SS=1;  
    dc=1;  
    for (x=0; x<8; x++)  
    {  
        SS=0;  
        SPI_MasterTransmit(z[x]);  
        SS=1;  
    }  
}
```



```
*****  
PENGECEKAN JAWABAN  
*****  
void cek_jawaban(flash struct soal level[], char no_soal)  
{  
    char jc=2;  
  
    reset_ISD();  
    do  
    {  
        if((j==0)&&(jstatus==1)){jc=0;} // tombol benar ditekan, maka penanda jawaban benar aktif  
        else if((j==1)&&(jstatus==1)){jc=1;}//tombol salah ditekan, penanda jawaban salah aktif  
    }while(jstatus==0);  
  
    answer=level[no_soal].jawaban;// jawaban soal pada database  
    if(jstatus==1) // tombol jawaban aktif  
    {  
        if(answer==jc) //cek jawaban benar  
        {  
            petunjuk(penanda2);delay_ms(2000);  
            reset_ISD();  
            petunjuk(petunjuk19);delay_ms(1000);  
            reset_ISD();  
            N++;  
            if(N>=20)N=0;  
        }  
        else // cek jawaban salah  
        {  
            petunjuk(penanda1);delay_ms(2000);  
            reset_ISD();  
            petunjuk(petunjuk20);delay_ms(1000);  
            reset_ISD();  
        }  
    }  
  
//TAMPILAN NILAI  
switch(N)  
{  
    case 20 : nilai(nilai10);  
    case 18 : nilai(nilai9);  
    case 16 : nilai(nilai8);  
    case 14 : nilai(nilai7);  
    case 12 : nilai(nilai6);  
    case 10 : nilai(nilai5);  
    case 8 : nilai(nilai4);  
    case 6 : nilai(nilai3);  
    case 4 : nilai(nilai2);  
    case 2 : nilai(nilai1);  
}  
  
//MEMBENARKAN JAWABAN  
delay_ms(1500);  
petunjuk(petunjuk21);  
delay_ms(2000);  
reset_ISD();  
if (answer==benar)  
{  
    bacaan(level[no_soal].bacaank3);  
    delay_ms(1000);  
    bacaan(level[no_soal].bacaank2);  
}
```

```
delay_ms(1000);
bacaan(level[no_soal].bacaank1);
delay_ms(1000);
}
else
{
cek_bacaan(level[no_soal].harokatk3, level[no_soal].hurufk3);
delay_ms(1000);
cek_bacaan(level[no_soal].harokatk2, level[no_soal].hurufk2);
delay_ms(1000);
cek_bacaan(level[no_soal].harokatk1, level[no_soal].hurufk1);
delay_ms(1000);
}
jstatus=0;
jc=2;
j=2;
}

/***** PEMILIHAN LEVEL *****/
void pilih_level()
{
DDRC=0xFF;
PORTD=0xFF;
DDRD=0x00;
while(lstatus==1)
{
if(ln==0)
{
L++;if(L>=6)L=6;
ln=1;
lstatus=0;
}
else
{ if (lt==0)
{
if(L==0)L=1;
L--;if(L<=1)L=1;
lt=1;
lstatus=0;
}
}
switch(L)
{
case 1 : PORTC.2=0;PORTC.3=1;PORTC.4=1;PORTC.5=1;PORTC.6=1;PORTC.7=1;
delay_ms(1000);break;
case 2 : PORTC.2=0;PORTC.3=0;PORTC.4=1;PORTC.5=1;PORTC.6=1;PORTC.7=1;
delay_ms(1000);break;
case 3 : PORTC.2=0;PORTC.3=0;PORTC.4=0;PORTC.5=1;PORTC.6=1;PORTC.7=1;
delay_ms(1000);break;
case 4 : PORTC.2=0;PORTC.3=0;PORTC.4=0;PORTC.5=0;PORTC.6=1;PORTC.7=1;
delay_ms(1000);break;
case 5 : PORTC.2=0;PORTC.3=0;PORTC.4=0;PORTC.5=0;PORTC.6=0;PORTC.7=1;
delay_ms(1000);break;
case 6 : PORTC.2=0;PORTC.3=0;PORTC.4=0;PORTC.5=0;PORTC.6=0;PORTC.7=0;
delay_ms(1000);break;
}
```



```
}

*****  
LEVEL A  
*****  
void soal_levela()  
{  
    tampil_awal();  
    delay_ms(500);  
    petunjuk(petunjuk2);  
    delay_ms(1500);  
    petunjuk(petunjuk3);  
    delay_ms(1000);  
    reset_ISD();  
    N=0;  
    do  
    {  
        do  
        {  
            petunjuk(petunjuk9);  
            delay_ms(800);  
            petunjuk(petunjuk11);  
            delay_ms(800);  
            petunjuk(petunjuk15);  
            delay_ms(3000);  
            reset_ISD();  
        }while(p==1);  
  
        if(p==0)  
        {  
            reset_ISD();  
            no=kombinasi[b][k];  
            tampilkan_soal(levela,no);  
            delay_ms(600);  
  
            do  
            {  
                //tunggu jawaban  
                petunjuk(petunjuk17);  
                delay_ms(2500);  
                petunjuk(petunjuk18);  
                delay_ms(4000);  
                reset_ISD();  
            }while(jstatus==0);  
  
            cek_jawaban(levela,no);  
            delay_ms(2000);  
            k++;  
            if(k>=20)k=0;  
            reset_ISD();  
            p=1;  
        }  
        delay_ms(500);  
    }while(k!=0);  
}  
  
*****  
LEVEL B  
*****  
void soal_levelb()  
{
```



```
tampil_awal();
delay_ms(500);
petunjuk(petunjuk2);
delay_ms(1500);
petunjuk(petunjuk4);
delay_ms(1000);
reset_ISD();
N=0;
do
{
do
{
    petunjuk(petunjuk9);
    delay_ms(800);
    petunjuk(petunjuk11);
    delay_ms(800);
    petunjuk(petunjuk15);
    delay_ms(4000);
    reset_ISD();
}while(p==1);
if(p==0)
{
    reset_ISD();
    no=kombinasi[b][k];
    tampilkan_soal(levelb,no);
    delay_ms(600);

    do
    {
        //tunggu jawaban

        petunjuk(petunjuk17);
        delay_ms(2500);
        petunjuk(petunjuk18);
        delay_ms(4000);
        reset_ISD();
    }while(jstatus==0);
    cek_jawaban(levelb,no);
    delay_ms(3000);
    k++;
    if(k>=20)k=0;
    reset_ISD();
    p=1;
}
delay_ms(500);
}while(k!=0); }

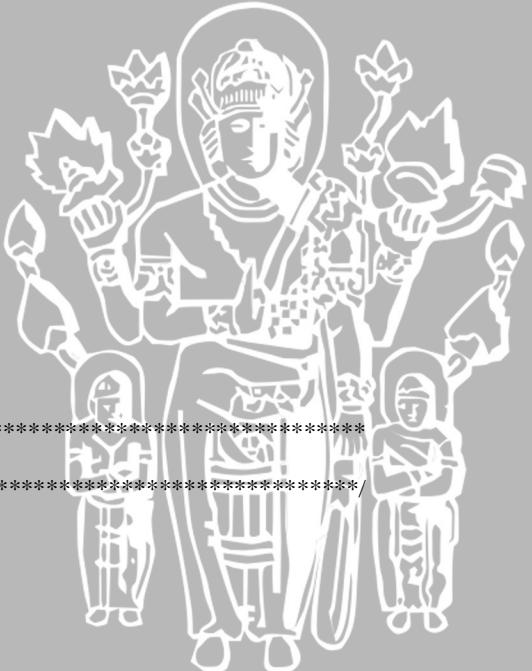
/*****************
LEVEL C
*****************/
void soal_levelc()
{
    delay_ms(500);
    petunjuk(petunjuk2);
    delay_ms(1500);
    petunjuk(petunjuk5);
    delay_ms(1000);
    reset_ISD();
    N=0;
    do
    {
```



```
do          //tunggu tombol mulai
{
    petunjuk(petunjuk9);
    delay_ms(800);
    petunjuk(petunjuk11);
    delay_ms(800);
    petunjuk(petunjuk15);
    delay_ms(4000);
    reset_ISD();
}while(p==1);
if(p==0)
{
    reset_ISD();
    no=kombinasi[b][k];
    tampilan_soal(levelc,no);
    delay_ms(600);
    do
    {
        //tunggu jawaban

        petunjuk(petunjuk17);
        delay_ms(2500);
        petunjuk(petunjuk18);
        delay_ms(4000);
        reset_ISD();
    }while(jstatus==0);
    cek_jawaban(levelc,no);
    delay_ms(3000);
    k++;
    if(k>=20)k=0;
    reset_ISD();
    p=1;
}
delay_ms(500);
}while(k!=0);
}

*****
LEVEL D
*****
void soal_leveled()
{
    delay_ms(500);
    petunjuk(petunjuk2);
    delay_ms(1500);
    petunjuk(petunjuk6);
    delay_ms(1000);
    reset_ISD();
    N=0; //reset nilai
    do
    {
        do
        {
            petunjuk(petunjuk9);
            delay_ms(800);
            petunjuk(petunjuk11);
            delay_ms(800);
            petunjuk(petunjuk15);
            delay_ms(4000);
            reset_ISD();
        }while(p==1);
```



```
if(p==0)
{
    reset_ISD();
    no=kombinasi[b][k];
    tampilkan_soal(leveled,no);
    delay_ms(600);
    do
    {
        //tunggu jawaban
        petunjuk(petunjuk17);
        delay_ms(2500);
        petunjuk(petunjuk18);
        delay_ms(4000);
        reset_ISD();
    }while(jstatus==0);
    cek_jawaban(leveled,no);
    delay_ms(3000);
    k++;
    if(k>=20)k=0;
    reset_ISD();
    p=1;
}
delay_ms(500);
}while(k!=0);

*******/

LEVEL E
*****void soal_levele()
{
    delay_ms(500);
    petunjuk(petunjuk2);
    delay_ms(1500);
    petunjuk(petunjuk7);
    delay_ms(1000);
    reset_ISD();
    N=0; //reset nilai
    do
    {
        do
        {
            petunjuk(petunjuk9);
            delay_ms(800);
            petunjuk(petunjuk11);
            delay_ms(800);
            petunjuk(petunjuk15);
            delay_ms(4000);
            reset_ISD();
        }while(p==1);
        if(p==0)
        {
            reset_ISD();
            no=kombinasi[b][k];
            tampilkan_soal(levele,no);
            delay_ms(600);
            do
            {
                //tunggu jawaban
                petunjuk(petunjuk17);
                delay_ms(2500);
                petunjuk(petunjuk18);
            }
```



```
delay_ms(4000);
reset_ISD();
}while(jstatus==0);
cek_jawaban(levele,no);
delay_ms(3000);
k++;
if(k>=20)k=0;
reset_ISD();
p=1;
}
delay_ms(500);
}while(k!=0);

}

*****
LEVEL F
*****
void soal_levelf()
{
    delay_ms(500);
    petunjuk(petunjuk2);
    delay_ms(1500);
    petunjuk(petunjuk8);
    delay_ms(1000);
    reset_ISD();
    N=0; //reset nilai
    do
    {
        do
        {
            petunjuk(petunjuk9);
            delay_ms(800);
            petunjuk(petunjuk11);
            delay_ms(800);
            petunjuk(petunjuk15);
            delay_ms(4000);
            reset_ISD();
        }while(p==1);
        if(p==0)
        {
            reset_ISD();
            no=kombinasi[b][k];
            tampilkan_soal(levelf,no);
            delay_ms(600);
            do
            {
                //tunggu jawaban
                petunjuk(petunjuk17);
                delay_ms(2500);
                petunjuk(petunjuk18);
                delay_ms(4000);
                reset_ISD();
            }while(jstatus==0);
            cek_jawaban(levelf,no);
            delay_ms(3000);
            k++;
            if(k>=20)k=0;
            reset_ISD();
            p=1;
        }
        delay_ms(500);
    }
```



```
    }while(k!=0);  
}  
  
/*****************************  
MANUAL  
****************************/  
void manual()  
{  
    backlight=1;  
    ln=1;  
    lt=1;  
    lstatus=0;  
    do  
    {  
        do          // tunggu pilih level  
        {  
            petunjuk(petunjuk9);  
            delay_ms(800);  
            petunjuk(petunjuk2);  
            delay_ms(4000);  
            reset_ISD();  
        }while(lstatus==0);  
        pilih_level();  
        switch (L)  
        {  
            case 1 : soal_levela();break;  
            case 2 : soal_levelb();break;  
            case 3 : soal_levelc();break;  
            case 4 : soal_levele();break;  
            case 5 : soal_levelf();break;  
            case 6 : soal_levelg();break;  
        }  
        ln=1;  
        lt=1;  
        lstatus=0;  
    }while(k==0);  
}  
  
/*****************************  
AUTOMATIS  
****************************/  
void automatis()  
{  
    backlight=1;  
    delay_ms(500);  
    petunjuk(petunjuk2);  
    delay_ms(1500);  
    petunjuk(petunjuk3);  
    delay_ms(1000);  
    reset_ISD();  
    do  
    {  
        tampil_awal();  
        delay_ms(300);  
        PORTC.2=0;PORTC.3=1;PORTC.4=1;PORTC.5=1;PORTC.6=1;PORTC.7=1;delay_ms(1000);  
        soal_levela();  
    }while(N<=16);  
    do  
    {  
        tampil_awal();  
    }
```

```
delay_ms(300);
PORTC.2=0;PORTC.3=0;PORTC.4=1;PORTC.5=1;PORTC.6=1;PORTC.7=1;delay_ms(1000);
soal_levelb();
}while(N<=16);
do
{
tampil_awal();
delay_ms(300);
PORTC.2=0;PORTC.3=0;PORTC.4=0;PORTC.5=1;PORTC.6=1;PORTC.7=1;delay_ms(1000);
soal_levelc();
}while(N<=16);
do
{
tampil_awal();
delay_ms(300);
PORTC.2=0;PORTC.3=0;PORTC.4=0;PORTC.5=0;PORTC.6=1;PORTC.7=1;delay_ms(1000);
soal_levehd();
}while(N<=16);
do
{
tampil_awal();
delay_ms(300);
PORTC.2=0;PORTC.3=0;PORTC.4=0;PORTC.5=0;PORTC.6=0;PORTC.7=1;delay_ms(1000);
soal_levele();
}while(N<=16);
do
{
tampil_awal();
delay_ms(300);
PORTC.2=0;PORTC.3=0;PORTC.4=0;PORTC.5=0;PORTC.6=0;PORTC.7=0;delay_ms(1000);
soal_levelf();
}while(N<=16);
t=1;
}

*****
FUNGSI UTAMA
*****
void main ()
{
DDRC=0b11111111;
PORTC=0xFF;
PORTD=0xFF;
DDRD=0x00;
/timer0
TCNT0=0x00;
TCCR0=0x05;
TIMSK=0x01;
TIFR=0x00;
#asm ("sei");
sce=0;
res=0;
delay_ms(100);
res=1;
backlight=1;
SPL_MasterInit();
dc=0;
reset_ISD();
petunjuk(petunjuk1);
delay_ms(4000);
```

```
LCD_Init();
tampil_awal();
delay_ms(300);

while(1)
{
do
{
petunjuk(petunjuk12);
delay_ms(8000);
}while((t==1)&&(m==1));
if(t==0)
{
    automatis();
}
else if(m==0)
{
    manual();
}
}
```



