BAB II

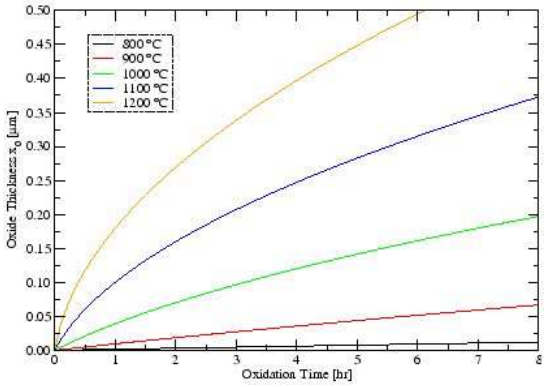
TEORI PENUNJANG

Pada bab ini akan dijelaskan teori dasar dan penjelasan komponen – komponen utama yang dibutuhkan pada proses perancangan alat yang akan dibuat.

2.1 Oksidasi

Oksidasi adalah proses yang mengubah silikon pada *wafer* ke dalam silikon dioksida. Reaksi kimia dari silikon dan oksigen sudah dimulai pada suhu dalam ruangan, kemudian akan berhenti setelah film oksida asli sangat tipis. Untuk tingkat oksidasi yang efektif *wafer* harus diproses di dalam tungku dengan oksigen atau uap air pada suhu yang tinggi. Lapisan silikon dioksida digunakan sebagai isolator berkualitas tinggi atau masker untuk implantasi ion. Alasan penting bahan silikon masih mendominasi di fabrikasi IC adalah kemampuan dari silikon yang mampu menghasilkan silikon dioksida berkualitas tinggi[1].

Tingkat oksidasi meningkat secara signifikan pada suhu di dalam tungku untuk oksidasi kering dan juga untuk oksidasi basah. Ketergantungan suhu dari laju oksidasi tunjukan pada Gambar 2.1 untuk oksidasi kering. Efek suhu penting juga dapat diamati untuk oksidasi kering pada Gambar 2.1, dimana kenaikan suhu yang sama dari 900° sampai 1000°C menghasilkan lebih dari dua kali lipat tingkat oksidasi[1].



Gambar *2.1 Ketebalan oksida*

Alasan utama dari pengaruh suhu terdapat pada laju oksidasi adalah ketergantungan suhu difusivitas oksigen (O_2) dan air (H_2O) pada silika leburan.

Difusivitas oksidan bergantung pada suhu. Difusivitas oksidan secara eksponensial meningkat dengan suhu yang lebih tinggi dan secara eksponensial menurun dengan suhu yang lebih rendah. Difusivitas yang lebih tinggi berarti bahwa lebih banyak oksidan dapat mencapai antarmuka Si / SiO_2 dan bereaksi di sana dengan silikon membentuk SiO_2[1].

Dikarenakan pada perancangan ini menggunakan oksidasi kering, Selama oksidasi kering, wafer silikon dilarutkan ke atmosfer gas oksigen murni (O_2). Tingkat oksidasi rendah (<100 nm / jam) sehingga ketebalan oksida dapat dikontrol secara akurat. Dibandingkan dengan oksida-oksida kering lainnya memiliki karakteristik dan kualitas material terbaik. Reaksi kimia antara silikon (padat) dan oksigen (gas) adalah SiO_2[1].

Proses pemanasan awal berkisar antara 250°C sampai 500°C. pada tahap pemanasan awal bertujuan untuk menghilangkan uap air dan gas lainya dari wafer, kemudian dilanjutkan pada suhu yang telah ditetapkan selama 10 menit sampai 30 menit. Setelah proses preheating akan dilanjutkan pada proses selanjutnya. Pada proses ini suhu yang digunakan sebesar 900°C dan lamanya proses ini memakan waktu antara 30 menit sampai 3 jam[7].

2.2 Arduino UNO

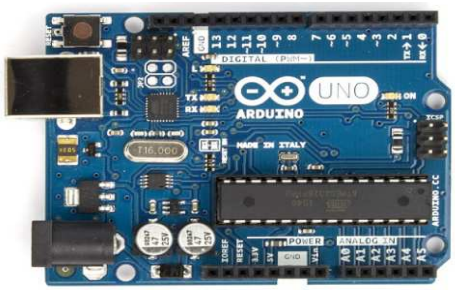
Arduino UNO adalah sebuah *board* mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino mempunyai 14 pin digital *input* atau *output* (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator kristal 16MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah *ISP header*, dan sebuah tombol *reset*. Untuk menunjang mikrokontroler ke sebuah komputer menggunakan kabel USB atau mensuplai dengan kabel adapter AC ke DC atau menggunakan baterai. Tabel 2.2 adalah kategori pin pada arduino UNO[17].

Tabel *2.2 Pin Arduino*

Kategori pin	**Pin**
Power	Vin, 3,5V, 5V, GND
Reset	Reset
Pin Analog	A0 - A5
Pin Input/Output	Digital 0 - 13

Kategori pin	Pin
Serial	0(RX), 1(TX)
Externl Interrupt	2, 3
PWM	3, 5, 6, 9, 11
SPI	10, 11, 12, 13
Inbuild LED	13
TWI	A5, A4
AREF	AREF

Arduino UNO dapat disuplai melalui koneksi USB atau dengan sebuah power suplai eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Suplai eksternal (non-USB) dapat diperoleh dari sebuah adaptor AC ke DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan menghubungkan sebuah *center-positive plug* yang panjangnya 2,1 mm ke *power jack* dari *board*. Kabel lead dari sebuah baterai dapat dimasukkan dalam pin *Ground* (Gnd) dan pin Vin dari konektor power. *Board* Arduino UNO dapat beroperasi pada sebuah suplai eksternal 6 sampai 20 Volt. Jika disuplai dengan yang lebih kecil dari 7 V, kiranya pin 5 Volt mungkin mensuplai kecil dari 5 Volt dan *board* Arduino UNO bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan suplai yang lebih dari besar 12 Volt, *voltage regulator* bisa kelebihan panas dan membahayakan *board* Arduino UNO. *Range* yang direkomendasikan adalah 7 sampai 12 Volt. Berikut gambar 2.2 Arduino UNO [17]



Gambar *2.2 Arduino UNO*

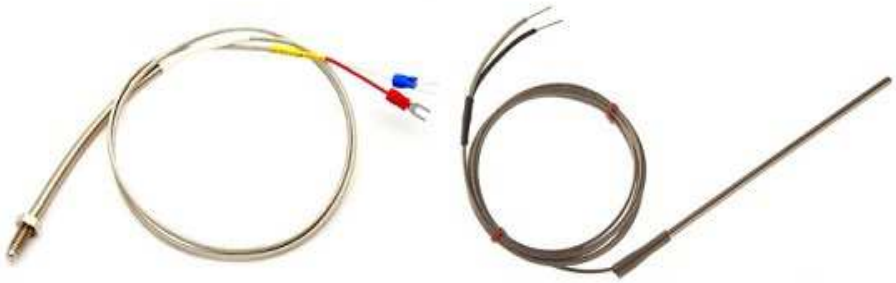
2.3 Termokopel Tipe K

Termokopel adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek "*Thermo-electric*". Beberapa kelebihan Termokopel adalah responnya yang cepat terhadap perubahaan suhu dan juga rentang suhu operasionalnya yang luas yaitu berkisar diantara -200˚C hingga 2000˚C. Selain respon yang cepat dan rentang suhu yang luas, Termokopel juga tahan terhadap goncangan atau getaran dan mudah digunakan [2] .

Prinsip kerja termokopel cukup mudah dan sederhana. Pada dasarnya Termokopel hanya terdiri dari dua kawat logam konduktor yang berbeda jenis dan digabungkan ujungnya. Satu jenis logam konduktor yang terdapat pada Termokopel akan berfungsi sebagai referensi dengan suhu konstan (tetap) sedangkan yang satunya lagi sebagai logam konduktor yang mendeteksi suhu panas. Ketika kedua persimpangan atau *Junction* memiliki suhu yang sama, maka beda potensial atau tegangan listrik yang melalui dua persimpangan tersebut adalah "NOL" atau V1 = V2. Akan tetapi, ketika persimpangan yang terhubung dalam rangkaian diberikan suhu panas atau dihubungkan ke obyek pengukuran, maka akan terjadi perbedaan suhu diantara dua persimpangan tersebut yang kemudian menghasilkan tegangan listrik yang nilainya sebanding dengan suhu panas yang diterimanya atau V1 – V2. Tegangan Listrik yang ditimbulkan ini pada umumnya sekitar 1 µV – 70µV pada tiap derajat Celcius. Tegangan tersebut kemudian dikonversikan sesuai dengan Tabel referensi yang telah ditetapkan sehingga menghasilkan pengukuran yang dapat dimengerti oleh kita [2].

Pada perancangan ini jenis termokopel yang di gunakan adalah termokopel jenis K dengan spesifikasi [2] :

1. Bahan Logam Konduktor Positif : Nickel-Chromium.
2. Bahan Logam Konduktor Negatif : Nickel-Aluminium.
3. Rentang Suhu : -200˚C – 1250˚C



Gambar *2.3 Termokopel*

2.4 Keypad 4x4

Keypad merupakan salah satu komponen yang penting dalam sistem komputer. Untuk aplikasi sederhana biasanya menggunakan keypad 4x4 yang tersusun berdasarkan 4 baris dan 4 kolom. Pada keypad 4x4 terdapat 16 tombol yang terdiri dari angka 0 sampai 9, huruf A sampai D, tombol # dan tombol *.

Proses *scaning* untuk membaca penekanan tombol pada matrix keypad 4×4 untuk mikrokontroler dilakukan secara bertahap kolom demi kolom dari kolom pertama sampai kolom ke empat dan baris pertama hingga baris ke empat. Program untuk *scaning* matrix keypad 4×4 dapat bermacam-macam, tapi pada intinya sama. Misal kita asumsikan keyapad aktif LOW (semua line kolom dan baris dipasang resistor *pull-up*) dan dihubungkan ke *port* mikrokontroler dengan jalur kolom adalah jalur *input* dan jalur baris adalah jalur *output*. Kemudian data pembacaan baris ini diolah sebagai pembacaan data penekanan tombol keypad. Sehingga tiap tombol pada matrix keypad 4×4 dengan teknik *scaning* tersebut akan menghasilkan data penekanan tiap-tiap tombol[3].



Gambar *2.4 Keypad 4x4*

2.5 Motor Servo

Motor servo adalah jenis aktuator elektromekanis yang tidak berputar secara kontinyu seperti DC/AC atau motor stepper. Fungsi motor servo sangat

beragam mulai dari penggerak lengan robot, kaki robot, dan masih banyak lagi yang lain. Motor servo juga kerap diaplikasikan untuk keperluan industri karena memiliki beberapa kelebihan. Namun motor servo juga punya beberapa kekurangan[3].

Prinsip kerja dari motor servo tak jauh berbeda dibanding dengan motor DC yang lain. Hanya saja motor ini dapat bekerja searah maupun berlawanan jarum jam. Derajat putaran dari motor servo juga dapat dikontrol dengan mengatur pulsa yang masuk ke dalam motor tersebut. Motor servo akan bekerja dengan baik bila pin kontrolnya diberikan sinyal PWM dengan frekuensi 50 Hz. Frekuensi tersebut dapat diperoleh ketika kondisi *Ton duty cycle* berada di angka 1,5 ms. Dalam posisi tersebut rotor dari motor berhenti tepat di tengah-tengah alias sudut nol derajat atau netral. Pada saat kondisi *Ton duty cycle* kurang dari angka 1,5 ms, maka rotor akan berputar berlawanan arah jarum jam. Sebaliknya pada saat kondisi *Ton duty cycle* lebih dari angka 1,5 ms, maka rotor akan berputar searah jarum jam. Berikut gambar atau skema pulsa kendali motor servo[3].

Pada perancangan disini menggunakan jenis motor servo kontinyu. Motor servo kontinyu adalah jenis motor servo yang dapat berputar searah maupun berlawanan arah jarum jam. Yang membedakan dengan motor servo standar adalah sudut defleksi putarannya. Motor servo continous tidak memiliki sudut defleksi putaran alias dapat berputar secara kontinyu. Merah untuk suplai tegangan, Coklat untuk *ground* dan Kuning sebagi *input* kontrol motor servo[3].



Gambar *2.5 Motor Servo*

2.6 Liquid Crystal Display (LCD) 16x2

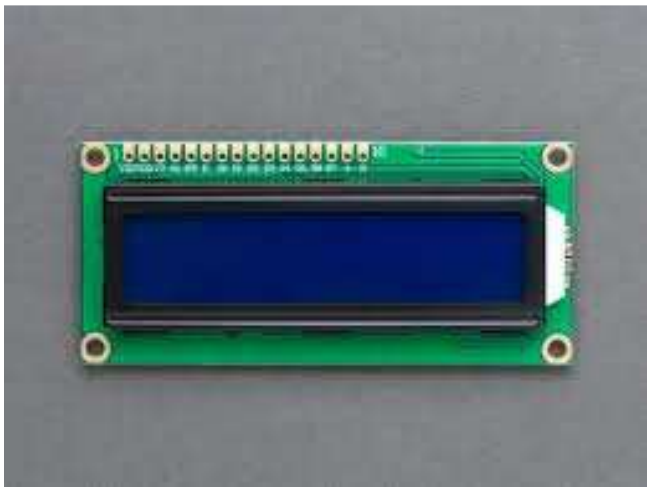
LCD adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD yang akan digunakan hanya dapat menampilkan karakter dengan lebar 16 kolom 2 baris atau biasa kita sebut LCD 16x2 yang memiliki 16 pin konektor, tabel 2.6 merupakan fungsi setiap pin pada LCD[3].

Tabel *2.6 Pin pada LCD*

Pin	Nama	Fungsi
1	VSS	Ground
2	VCC	+5V
3	VEE	Tegangan Kontras
4	RS	Register Select 0 = Register intruksi 1 = Register data
5	R/W	Read/Write untuk memilih mode tulis atau baca 0 = Mode tulis 1 = Mode baca
6	E	Enable 0 = enable 1 = disable
7	DB0	Data bit 0 LSB
8	DB1	Data bit 1
9	DB2	Data bit 2
10	DB3	Data bit 3
11	DB4	Data bit 4
12	DB5	Data bit 5
13	DB6	Data bit 6
14	DB7	Data bit 7 MSB
15	BPL	Back Plane Light
16	GND	Ground

Ada beberapa bagian dari rangkaian serial LCD yang sangant berfungsi. Bagian tersebut yaitu *clock* yang merupakan masukan *clock* dari mikrokontroler, kemudian ada data yang digunakan untuk memasukan data tampilan pada LCD, *enable* merupakan *selector* mode untuk membaca data LCD atau *disable*, led berfungsi sebagai jalur yang dapat mengendalikan *background* LCD dan yang terakhir ada potensiometer yang berfungsi untuk mengatur ringkat kecerahan pada

LCD. Gambar 2.6 merupakan LCD yang akan digunakan pada perancangan ini [3].



Gambar *2.6 LCD 16x2*

2.7 Modul Max6675

Modul max6675 merupakan kombinasi dari sensor termokopel tipe K untuk mengukur suhu lebih dari 1000°C. Pada modul ini juga telah di lengkapi dengan *cold* atau *reference junction* dan protokol komunikasi *Serial Pheriperal Interface* (SPI) untuk mengirim data hasil pengukuran ke mikrokontroler. Modul max6675 memiliki rentang suhu 0°C sampai 1024°C. Pada modul max6675 terdapat 5 kaki yang berfungsi seperti pada tabel 2.7 [6].

Tabel *2.7 Pin Max6675*

Pin	Nama	Fungsi
1	GND	Ground
2	VCC	+5V
3	SCK	Serial Clock
4	CS	Chip Select. Set CS low untuk mengaktifkan Serial Interface
5	SO	Serial Data Output

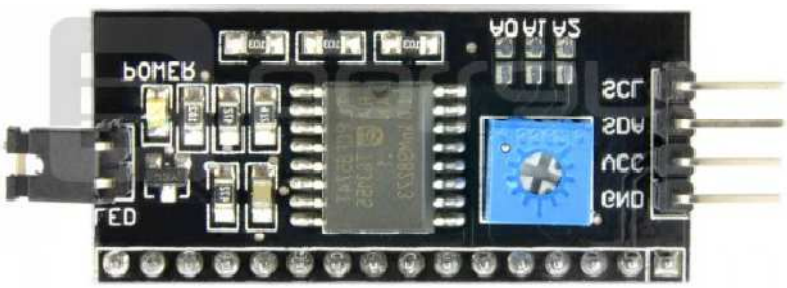
Mikrokontroler pada sistem yang dibuat berfungsi sebagai unit pengolah dan pengendali hingga diperoleh data suhu yang dapat dibaca, ditampilkan, disimpan, dan akhirnya dapat diolah lebih lanjut. Gambar 2.7 adalah Modul max6675 yang digunakan pada perancangan sistem[6].



Gambar *2.7 Modul Max6675*

2.8 Inter Integrated Circuit (I2C)

Inter Integrated Circuit adalah standar komunikasi serial dua arah yang di desain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem *Inter Integrated Circuit* terdiri dari SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara *Inter Integrated Circuit* dengan pengontrolnya dan pull up resistor sebagai transfer data antar perangkat. Jenis komunikasi yang di gunakan pada modul ini bersifat *serial synchronous half duplex bidirectional* dimana data yang dikirim dan diterima hanya menggunakan satu jalur data SDA, setiap penggunaan jalur data bergantian, data dapat dikirim dari perangkat dan ke perangkat. Sumber *clock* yang digunakan hanya melalui satu jalur *clock* SCL line. Gambar 2.8 adalah *Inter Integrated Circuit* yang digunakan pada perancangan sistem [13].



Gambar *2.8 Inter Integrated Circuit*

2.9 Buzzer

Buzzer merupakan sebuah komponen elektronika yang masuk dalam keluarga transduser, dimana dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Dalam kehidupan sehari – hari, umumnya digunakan untuk rangkaian alarm pada jam, bel rumah, perangkat peringatan bahaya, dan lain sebagainya. Jenis buzzer yang sering ditemukan dipasaran yaitu tipe *piezoelectric*.

Prinsip kerja buzzer pada saat ada aliran catu daya atau tegangan listrik yang mengalir ke rangkaian yang menggunakan *piezoelectric*, maka akan terjadi pergerakan mekanis pada piezoelectric tersebut. Kemudian gerakan tersebut mengubah energi listrik menjadi energi suara. *Piezoelectric* buzzer menghasilkan frekuensi di range kisaran antara 1 – 5 kHz hingga 100 kHz yang diaplikasikan ke *Ultrasound*. Tegangan operasional *piezoelectric* pada umumnya yaitu berkisar antara 3Vdc hingga 12 Vdc. Berikut gambar 2.9 buzzer yang di gunakan pada perancangan sistem[13].



Gambar *2.9 Buzzer*

2.10 Limit Switch

Limit switch merupakan saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi sebagai pengganti tombol. Prinsip kerja limit switch sama seperti saklar Push ON yaitu hanya akan terhubung saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan terputus ketika katup tidak ditekan. Limit switch merupakan kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. Penerapan dari limit switch adalah sebagai sensor posisi suatu benda (objek) yang bergerak[14].

Prinsip kerja limit switch akan aktif adanya penekanan tombol pada batas atau daerah yang telah ditentukan sebelumnya sehingga terjadi pemutusan atau penghubungan rangkaian dari rangkaian tersebut. *Limit switch* memiliki dua kontak yaitu NO (*Normally Open*) dan kontak NC (*Normally Close*) dimana salah satu kontak tersebut akan aktif jika tombolnya tertekan. Berikut gambar 2.10 limit switch yang digunakan pada perancangan sistem[14].



Gambar *2.10 Limit Switch*

2.11 Bata Tahan Api

Bata tahan api adalah sebuah blok bahan keramik tahan api yang digunakan dalam tungku lapisan, *fireboxes*, dan perapian. Sebuah batu bata tahan api dibangun terutama untuk menahan suhu tinggi, tetapi biasanya memiliki konduktivitas termal rendah untuk efisiensi energi yang lebih besar. Gambar 2.11 merupakan spesifikasi dari bata tahan api [9].

FIRE CLAY BRICK & HIGH ALUMINA BRICK						
SPESFICATION		SK-30	SK-32	SK-33	SK-34	SK-36
Maximum Service Temperature (Temperatur Kerja Maksimum)	(^{o}C)	1050	1150	1200	1300	1500
Apparent Porosity (Porositas)	(%)	21-25	21-24	20-23	19-22	17-21
Bulk Density (Berat Jenis)	(ton/m^3)	1.9 - 1.95	1.9 - 2.0	1.92 - 2.05	1.98 - 2.10	2.15 - 2.25
Cold Crushing Strength (Kuat Tekan)	(kg/cm^2)	> 190	> 200	> 210	> 230	> 280
Permanent Linear Change (Perubahan Tetapan Linear)	(%)	At 1050^{o}C ± 0.20	At 1150^{o}C ± 0.20	At 1200^{o}C ± 0.10	At 1300^{o}C ± 0.22	At 1400^{o}C ± 0.33
Chemical Composition (Komposisi Kimia)	(%)	AL_2O_3 ≥ 26 SiO_2 ≤ 70	≥ 32 ≤ 65	≥ 35 ≤ 55	≥ 40 ≤ 55	≥50 ≤ 45
Application (Pengaplikasiannya)		Ovens behind space tubes of boilers, furnaces, etc		General furnaces, incinerators, boilers, kilns, etc. Reheating Furnace, Melting Furnace, etc.		

Gambar *2.11 Spesifikasi Bata tahan api*

Pada perancangan ini menggunakan jenis bata api SK 36, seperti gambar 2.12 di bawah ini[9].



Gambar *2.12 Bata Tahan api*