

BAB II

TEORI DASAR

II.1 RESISTANSI DAN RESISTIVITAS

Jika beda potensial diberikan pada ujung-ujung batang tembaga dan gelas yang mempunyai bentuk yang sama, maka arus yang dihasilkan sangat berbeda[2]. Karakteristik yang menyebabkan perbedaan tersebut adalah resistansi. Cara menentukan nilai resistansi sebuah konduktor yang diberi beda potensial V adalah mengukur arus yang mengalir, dan nilai resistansinya adalah

$$R = \frac{V}{I} \quad (2.1)$$

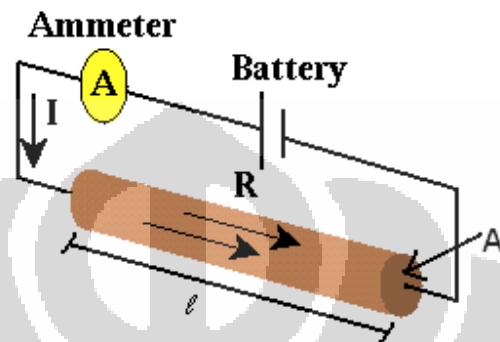
Satuan dari resistansi R adalah V/A atau ohm. Resistansi pada batang konduktor yang mempunyai luas penampang A dan panjang l dapat dinyatakan dengan

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (2.2)$$

Dengan l dan A dalam meter dan ρ dalam ohm/meter.

Dari persamaan (2.1) dan persamaan (2.2), dapat disimpulkan bahwa arus yang mengalir pada batang konduktor yang diberi beda potensial tergantung dari nilai Resistansi konduktor, sedangkan nilai resistansi itu sendiri tergantung pada panjang dan luas penampang melintang dan nilai ρ seperti yang terlihat pada Gambar 2.1. Rho (ρ) adalah resistivitas yang

merupakan kemampuan suatu bahan untuk menahan atau menghambat arus listrik yang mengalir.



Gambar 2.1 Kawat konduktor yang diberi beda potensial.

Jika penampang-penampang silinder pada setiap ujung merupakan permukaan ekipotensial, maka medan listrik dan rapat arus akan konstan untuk semua titik di dalam silinder dan dapat dinyatakan dengan

$$E = \frac{V}{\ell} \text{ dan } J = \frac{I}{A} \quad (2.3)$$

Dari persamaan (2.1) dan persamaan (2.2)

$$\frac{V}{I} = \rho \frac{\ell}{A}$$

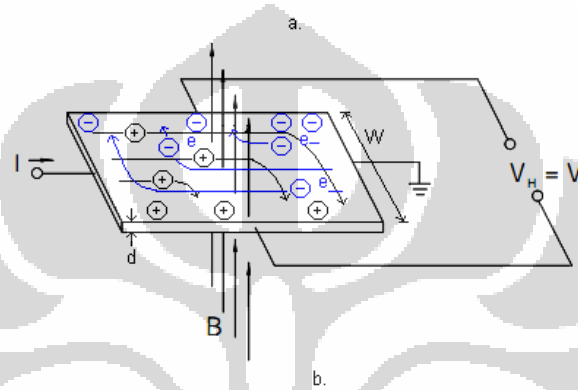
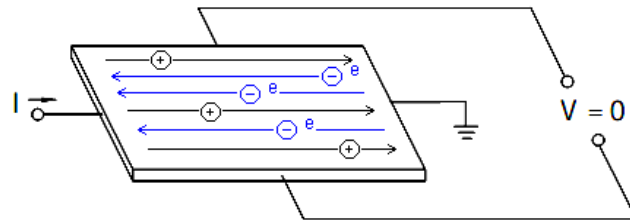
$$E = \rho J \quad (2.4)$$

Dimana E merupakan medan listrik dan J merupakan rapat arus pada konduktor.

II.2 EFEK HALL

Efek Hall ditemukan oleh Dr. Edwin Hall pada tahun 1879 ketika beliau sedang mengambil gelar doktoralnya di Universitas Johns Hopkins di Baltimore. Dr. Hall menemukan bahwa jika sebuah magnet diletakkan dan medan magnet tersebut tegak lurus dengan suatu permukaan pelat emas yang dialiri arus, maka timbul beda potensial pada ujung-ujung yang berlawanan. Beliau menemukan bahwa tegangan yang terjadi sebanding dengan besarnya arus yang mengalir dan densitas fluks atau induksi magnet yang tegak lurus terhadap pelat. Walaupun eksperimen Hall berhasil dan dapat diterima pada saat itu, belum ada aplikasi yang menggunakan efek Hall sampai 70 tahun setelahnya.

Prinsip kerja efek Hall adalah gaya Lorentz. Sebuah penghantar berbentuk pelat dialiri arus I . Pada Gambar 2.2.a. terlihat bahwa muatan positif bergerak lurus menuju arah sumbu x positif, sedangkan muatan negatif bergerak lurus berlawanan arah dengan muatan positif atau menuju sumbu x negatif. Sehingga tidak ada beda potensial V pada ujung-ujung pelat konduktor pada sumbu y . Bila pelat penghantar diberi medan magnet B pada arah sumbu z positif, maka muatan pada pelat penghantar akan mengalami gaya Lorentz sebesar $q\vec{v} \times \vec{B}$. Muatan positif akan mengalami gaya Lorentz



Gambar 2.2 Efek Hall pada suatu pelat penghantar yang dialiri arus I.

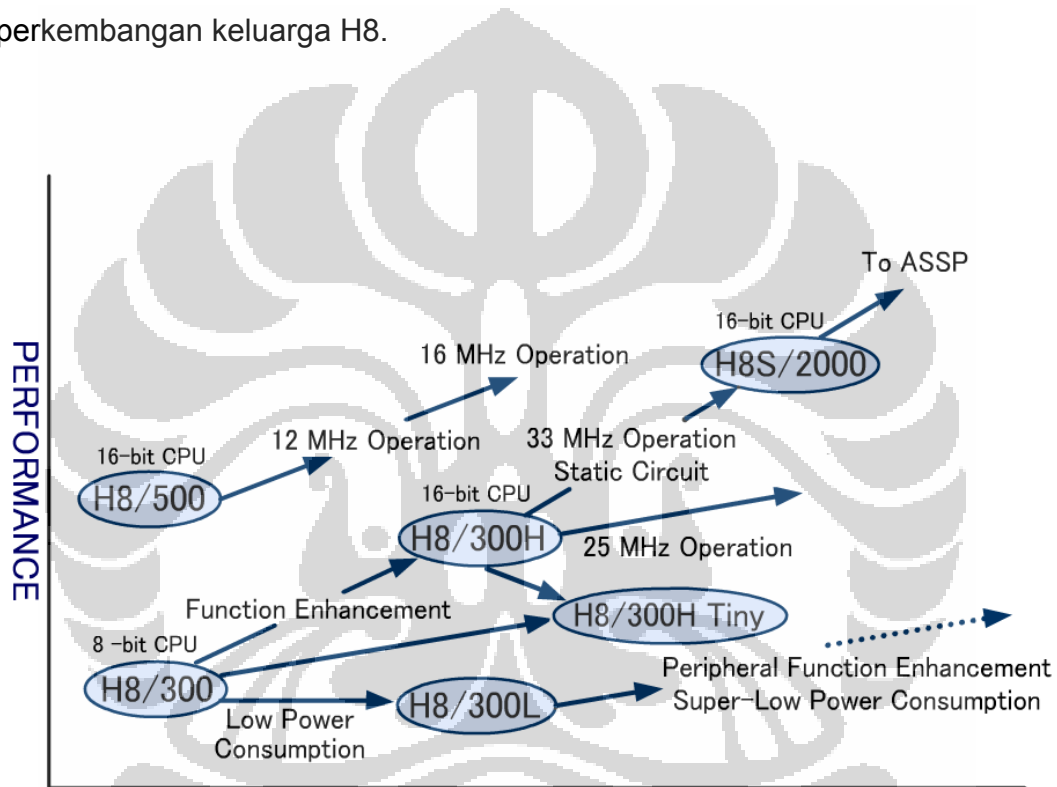
ke arah sumbu y negatif, sebaliknya muatan negatif mengalami gaya Lorentz ke arah sumbu y positif. Muatan-muatan yang berlawanan akan terdistribusi pada sisi yang berlawanan, sehingga timbul medan listrik dan beda potensial pada penghantar. Besarnya beda potensial ini merupakan tegangan Hall (V_H). Nilai V_H ini dapat dinyatakan dengan

$$V_H = \frac{IB}{nqd} \quad (2.5)$$

Dengan I adalah arus yang mengalir dalam penghantar (Ampere), B besarnya medan magnet (Tesla), n densitas muatan, q besarnya muatan (Coloumb), dan d tebal pelat penghantar (meter).

II.3 MIKROKONTROLLER H8/3069F

H8/3069F merupakan mikrokontroller yang mempunyai CPU 16-bit. CPU yang terintegrasi di dalamnya adalah seri *H8/300H* keluarga H8 produk perusahaan Renesas/Hitachi, Jepang. Gambar 2.3 menunjukkan bagan perkembangan keluarga H8.

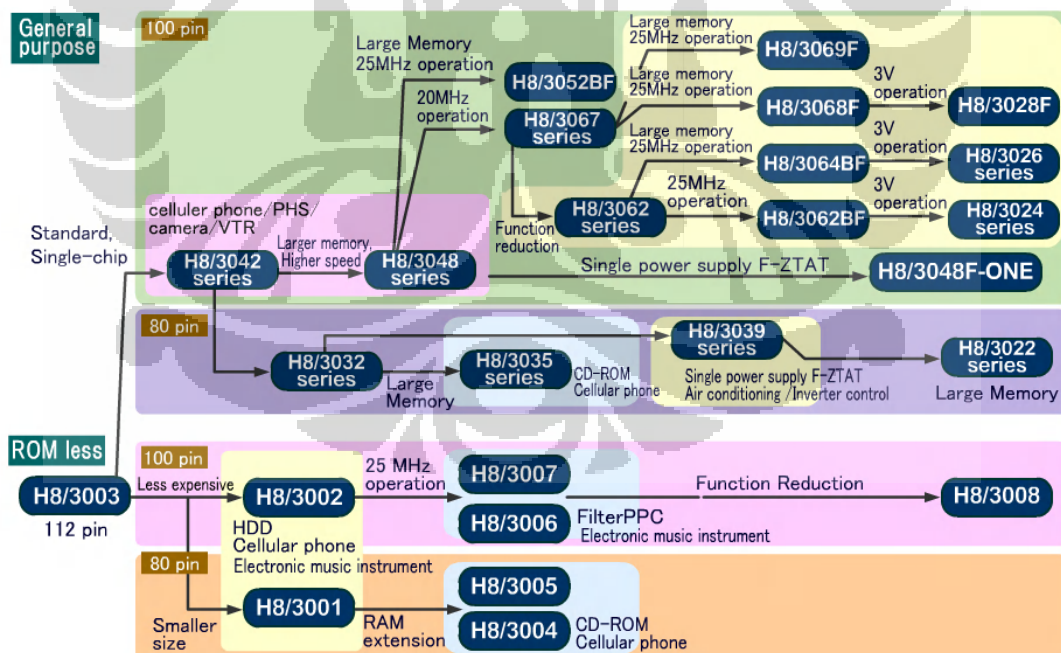


Gambar 2.3 Bagan perkembangan keluarga H8.

Seri-seri H8 dibagi menjadi dua, yaitu adalah seri *H8/500* yang menggunakan CPU 16-bit dan seri *H8/300* yang menggunakan CPU 8-bit. Seri *H8/300* lebih berkembang daripada seri *H8/500*. *H8/300L* adalah seri *H8/300* untuk penggunaan daya yang rendah. Seri *H8/300H* yang merupakan pengembangan dari *H8/300*, menggunakan CPU 16-bit dan memungkinkan koneksi memori hingga sebesar 16M byte. Produk seri ini tidak hanya

digunakan sebagai single-chip mikrokomputer, tetapi juga dapat digunakan sebagai multi-chip mikrokomputer yaitu dengan menambahkan memori eksternal. Perkembangan selanjutnya pada seri *H8/300H* adalah seri *H8S/2000* dengan jumlah instruksi lebih banyak, lebih stabil dan memungkinkan operasi berkecepatan tinggi sampai 33 MHz.. Pada daftar H8 juga terdapat seri *H8/300H tiny* yang merupakan versi *compact* dari seri *H8/300H*. Mikrokontroler seri *H8/300H* umumnya digunakan sebagai sarana edukasi di perguruan tinggi di Jepang.

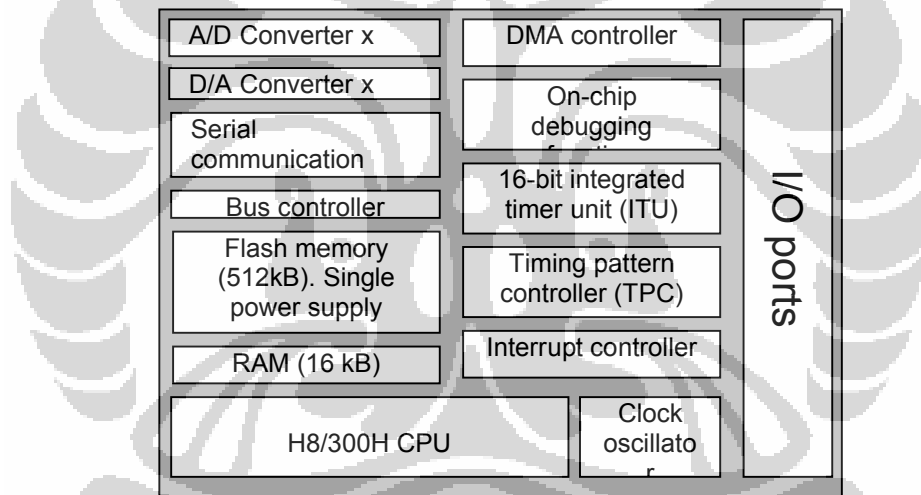
Gambar 2.4 menunjukkan bagan perkembangan mikrokontroler yang menggunakan microprocessor seri *H8/300H*.



Gambar 2.4 Bagan perkembangan mikrokontroler yang menggunakan mikroprocessor *H8/300H*.

Seri *H8/300H* terbagi menjadi dua bagian. Bagian pertama merupakan seri mikroprosesor dengan *special purpose* atau fungsi khusus. Mikroprosesor dengan fungsi khusus ini umumnya digunakan dalam telepon seluler, *optical drive* seperti *harddisk* dan CD-ROM dan juga kamera.. Bagian kedua merupakan seri mikroprosesor untuk *general purpose* atau fungsi umum yang banyak dipakai dalam pembelajaran mikrokontroler di perguruan tinggi. Seri ini dibuat untuk mengembangkan aplikasi yang dapat dijalankan dengan menggunakan seri *H8/300H*. Produk pertama dari seri *H8/300H* adalah *H8/3003*. *H8/3003* tidak bisa digunakan sebagai single-chip mikrokomputer, karena tidak punya ROM didalamnya. *H8/3042* mempunyai ROM dan bisa digunakan sebagai single-chip mikrokomputer. *H8/3069F* adalah versi pengembangan dari pendahulunya. *H8/3069F* telah memiliki memori yang diperbesar untuk peningkatan kecepatan. *F-ZTAT* mengindikasikan bahwa flash memori telah terintegrasi didalamnya. Tipe flash memori ini adalah EEPROM yang berarti dapat dihapus secara elektrik dan diprogram kembali. Register-register seperti pada telepon selular atau alat-alat lainnya telah tertulis di flash memori. Karena flash memori adalah ROM maka data dapat disimpan tidak akan hilang walaupun tegangannya telah mati. Karena sifatnya yang dapat diprogram, maka ROM dapat dimasukkan data. Pada pengembangannya terdapat berbagai macam produk lainnya yang fungsi, kapasitas memori, harga dan kecepatan operasinya beragam.

H8/3069F adalah salah satu mikrokontroler yang dilengkapi *processor H8/300H*. *H8/3069F* mempunyai sebuah *internal writable flash memory* yang menggunakan *single power supply (5V)*. Perbedaannya dengan keluarga mikrokontroler H8 yang memakai *microprocessor H8/300H* lainnya adalah kapasitas ROM dan RAM-nya serta fitur-fiturnya, tetapi pada umumnya, fitur-fitur pada keluarga mikrokontroler H8 serupa. Gambar 2.5 menunjukkan fitur-fitur yang tersedia pada mikrokontroler *H8/3069F*.



Gambar 2.5 Fitur-fitur dari mikrokontroler *H8/3069F*

Fitur-fitur dari CPU

CPU 16 bit yang berperan sebagai *general-purpose register* dilengkapi dengan 16-bit x 16 *general-purpose register*. Dan tersedia juga dalam 8-bit x 8 + 16-bit x 16 atau 32-bit x 8.

CPU ini memiliki kecepatan tinggi dengan frekuensi operasi maksimum dari *H8/3069F* adalah 25MHz. Fungsi penambahan dan

pengurangan dapat dieksekusi dalam 80ns sedangkan fungsi perkalian dan pembagian dieksekusi dalam 560ns.

Operasi CPU berbasis pada sinyal *clock*, semakin tinggi frekuensi sinyal *clock*-nya, semakin cepat operasinya. Waktu dari pulsa sinyal *clock* 25MHz adalah 0,04 μ s (40ns), yang disebut "1 *state*". Penambahan atau pengurangan diselesaikan dalam "2 *state*" sedangkan pengalihan atau pembagian diselesaikan dalam "14 *state*". CPU ini dilengkapi dengan ruang address maksimum sebesar 16M byte

Berfungsi sebagai single-chip dan multi-chip mikrokomputer

Mikrokontroler ini dapat difungsikan sebagai *single-chip* mikrokomputer karena didalamnya sudah tersedia ROM, RAM dan fungsi I/O. Mikrokontroler ini juga dapat difungsikan sebagai *multi-chip* mikrokomputer dengan menambahkan memori eksternal.

Internal ROM

Mikrokontroler ini mempunyai flash memory 512K byte yang dapat di *write* dengan sebuah *power supply* (5V).

Internal RAM

Mikrokontroler ini mempunyai 16K byte *internal* RAM.

I/O port: 11 I/O port

I/O port dapat digunakan sebagai input status on/off atau sinyal dari berbagai sensor. Saat I/O port digunakan sebagai output, mikrokontroler dapat diatur untuk mengontrol kedipan lampu atau mengontrol switch on/off dari motor dan heater.

Internal SCI (Serial Communication Interface) x 3 channel

Ketiga *channel* SCI mempunyai fungsi yang sama. Mode dari SCI ini adalah sinkron dan asinkron. SCI mikrokontroller ini juga mempunyai komunikasi multiprocessor dengan dua atau lebih processor. SCI juga dapat dihubungkan dengan smart card interface dengan mengubah setting pada register CPU.

Internal 16-bit timer x 3 channel dan 8-bit timer x 4 channel

channel 0 dan 1 pada 16-bit *timer* mempunyai fungsi yang sama, sedangkan *channel* 2 mempunyai register sendiri pada CPU. 8-bit *timer* dibagi menjadi dua grup dengan masing-masing dua *channel*. Grup 0 terdiri dari *channel* 0 dan 1 dan grup 1 terdiri dari *channel* 2 dan 3.

Internal TPC (Timing Pattern Controller)

H8/3069F mempunyai TPC yang menyediakan output pulsa dengan berbasis 16-bit *timer*. Pulsa output dari TPC dibagi menjadi grup 4-bit (grup 3 sampai grup 0) yang dapat beroperasi secara serempak dan *independent*.

Internal watch-dog timer (WDT)

WDT dapat dioperasikan untuk mengawasi jalannya program, atau hanya sebagai interval *timer*. Ketika WDT digunakan, WDT akan membangkitkan sinyal reset pada chip H8/3069F bila sistem *crash*.

Internal A/D converter dengan resolusi 10-bit x 8 channel

8 *channel* analog input dibagi menjadi dua grup yaitu grup 0 dan grup 1. AV_{CC} dan AV_{SS} adalah power supply sirkuit analog pada A/D *converter*, dan V_{REF} adalah tegangan referensi.

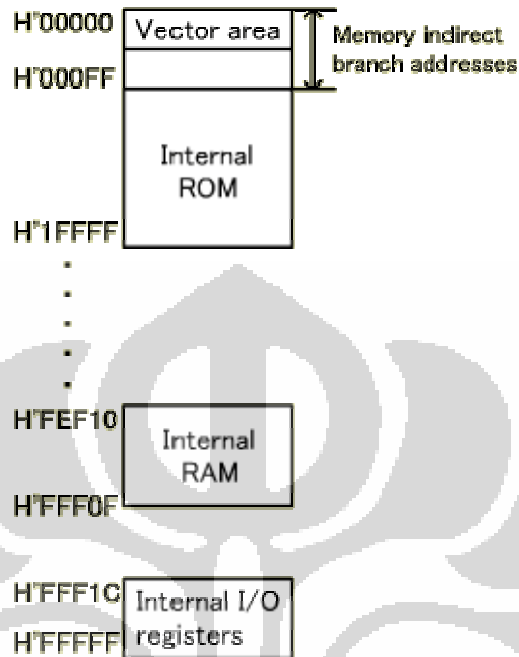
Internal 8-bit D/A converter × 2 channel

Resolusi dari *D/A converter* ini adalah 8-bit. Tegangan output-nya berkisar antara 0V sampai V_{REF} . Pengaturan *D/A converter* ini diatur pada sebuah register di CPU.

Internal DMA controller (DMAC) × 4 channel

Digunakan untuk transfer data berkecepatan tinggi. DMAC memungkinkan transfer data lebih cepat dari penggunaan CPU. Umumnya digunakan dengan sebuah *timer* dan fungsi komunikasi lainnya.

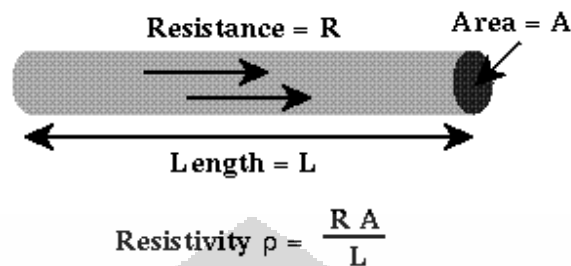
H8/3069F dapat digunakan sebagai single-chip mikrokomputer. Pada kondisi ini, hanya *internal* memori yang dapat digunakan. Gambar 2.6 menunjukkan memori map pada mode single-chip. Pada mode ini alamat memori diekspresikan dengan notasi 5 digit heksadesimal.



Gambar 2.6 memori map mode single-chip

II.4 Pengukuran Resistivitas

Resistivitas adalah kuantitas mikroskopik yang besarnya sulit diukur secara langsung. Nilai resistivitas dapat diperoleh dari hubungan kuantitas makroskopik yang didapat dari percobaan seperti tegangan dan arus listrik serta faktor geometri dari bahan. Bila pengukuran dilakukan untuk mencari resistivitas suatu bahan yang berbentuk silinder yang mempunyai panjang L lebih besar dari pada luas penampang melintang A digunakan persamaan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Resistivitas pada bahan silinder[9]

R merupakan resistansi dari bahan tersebut. Untuk mendapatkan besarnya resistansi R dari bahan, dilakukan pengukuran tegangan yang diberikan kepada bahan dan arus searah yang mengalir.

II.4.1 Metoda Pengukuran Tegangan

Tegangan pada material diukur secara langsung yaitu dengan mengukur beda potensial pada ujung-ujung bahan. Nilai tegangan yang terukur akan dibaca oleh ADC MAX128 dan dikirim ke Mikrokontroler H8/3069F.

II.4.2 Metoda Pengukuran Arus

Ada beberapa cara mengukur arus yang mengalir pada sebuah konduktor. Cara yang sering digunakan adalah dengan metode resistif yaitu menggunakan resistor yang dihubungkan seri dengan beban. Tegangan pada resistor diukur dan jika dibandingkan dengan nilai hambatan resistor akan didapat nilai arus yang mengalir pada beban. Metode ini sering dipakai karena mudah dan murah, namun daya yang terbuang menjadi panas cukup besar.

Pada penelitian ini, pengukuran arus dilakukan dengan memanfaatkan fenomena efek Hall. Sensor Hall dipakai sebagai sensor arus secara tidak langsung. Arus yang akan diukur pada beban dialirkan melalui toroida. Toroida akan menimbulkan medan magnet dan perubahan medan magnet tersebut akan dideteksi oleh sensor Hall dan menghasilkan tegangan Hall. Perubahan medan magnet sebanding dengan perubahan arus pada toroida sehingga secara tidak langsung perubahan tegangan Hall pada sensor Hall akan sebanding dengan perubahan arus pada toroida. Perubahan tegangan Hall ini lah yang menjadi masukan PGA204 untuk diteruskan ke ADC MAX128 dan dikirim ke mikrokontroler.