

Analisis Nilai Resistansi pada Konfigurasi Keypad Satu Kabel serta pemanfaatannya dalam media pembelajaran

Muharmen Suari

Universitas Islam Negeri Imam Bonjol Padang

Abstrack -An analysis of resistance values has been carried out on a single cable keypad configuration using a voltage divider system. The single cable keypad configuration is used to minimize the use of a microcontroller input output line. Keypads can be arranged using a matrix and without a matrix. For without matrix the number of arduino input output paths used is as many as the number of buttons on the keypad while using the matrix the number of input output lines used is fewer, namely the number of rows and columns that make up the matrix keypad. The 3x4 matrix keypad will require 7 microcontroller input output lines. On a one-wire matrix keypad a voltage divider system is used by adjusting the resistance value of a resistor such that the voltage divider output will give a different value for each keypress keypad. For this reason, it is necessary to analyze what resistance value is needed in the matrix keypad configuration so that it is expected that it can be used for a larger matrix size if later in the making of learning media it requires a very large number of buttons.

Abstrak– Telah dilakukan analisis nilai resistansi pada konfigurasi keypad satu kabel menggunakan sistem pembagi tegangan. Konfigurasi keypad satu kabel digunakan untuk meminimalisasikan penggunaan jalur output input suatu mikrokontroler. Keypad dapat disusun dengan menggunakan matriks dan tanpa matriks. Untuk tanpa matriks jumlah jalur input output arduino yang digunakan sebanyak jumlah tombol yang ada pada keypad sedangkan dengan menggunakan matriks maka jumlah jalur input output yang digunakan lebih sedikit yaitu sejumlah baris dan kolom yang menyusun keypad matriks tersebut. Keypad matriks 3x4 akan memerlukan 7 jalur input output mikrokontroler. Pada keypad matriks satu kabel digunakan sistem pembagi tegangan dengan mengatur nilai resistansi suatu resistor sedemikian sehingga keluaran pembagi tegangan akan memberikan nilai berbeda untuk setiap penekanan tombol keypad. Untuk itu perlu dianalisis nilai resistansi berapa yang diperlukan pada konfigurasi keypad matriks sehingga diharapkan dapat digunakan untuk ukuran matriks yang lebih besar jika nantinya dalam pembuatan media pembelajaran membutuhkan sejumlah tombol yang sangat banyak.

Kata Kunci: resistansi, keypad matriks, keypad non matriks, pembagi tegangan

PENDAHULUAN

Keypad merupakan salah satu jenis piranti input pada suatu project elektronika berbasis mikroprosesor atau mikrokontroler. Keypad biasanya digunakan untuk memasukkan angka atau huruf dan semacamnya pada peralatan elektronika. Keypad berisi sejumlah tombol - tombol yang mana susunan tombol tersebut dapat disusun dengan menggunakan matriks (keypad matrik) dan tanpa matriks.

Untuk susunan tombol tanpa matriks maka akan dibutuhkan jumlah jalur input output sebanyak tombol yang digunakan sedangkan untuk menghubungkan keypad matriks pada suatu mikrokontroler diperlukan sejumlah jalur input output sesuai dengan jumlah matriks yang digunakan pada suatu keypad. Untuk keypad matriks 3x4 maka akan diperlukan 3 jalur input dan 4 jalur output atau 3 jalur output dan 4 jalur input. Hal ini berarti keypad matriks 3x4 akan

memerlukan 7 jalur input output mikrokontroler sedangkan tanpa matriks akan dibutuhkan 12 jalur input output mikrokontroler. Untuk ukuran keypad matriks yang lebih besar maka akan menyebabkan penggunaan jalur input output juga semakin banyak juga pada hal jumlah jalur input output pada suatu mikrokontroler terbatas.

Penggunaan input keypad pada suatu mikrokontroler tentunya juga akan membutuhkan output sebagai penampilnya (LCD atau seven segment), output yang akan dikendalikan seperti motor stepper ataupun input lain (sensor) yang akan diproses setelah penekanan suatu tombol pada keypad. Semua output dan input tersebut tentunya akan membutuhkan sejumlah jalur input output mikrokontroler yang jumlahnya terbatas.

Salah satu cara untuk mengurangi penggunaan jalur input output suatu mikrokontroler pada suatu keypad matriks adalah dengan menggunakan sistem pembagi tegangan. Melalui pembagi tegangan akan dihasilkan satu keluaran sinyal analog yang nantinya akan bersesuaian nilainya dengan satu sinyal input digital pada suatu mikrokontroler. Artinya hanya dibutuhkan 1 port digital untuk membaca data dari keypad matriks. Penggunaan sistem pembagi tegangan pada keypad matriks memerlukan nilai resistansi tertentu pada setiap jalur keypad matriks sehingga output keluaran pembagi tegangan akan memberikan nilai yang berbeda untuk setiap penekanan tombol pada keypad.

Keypad yang sering digunakan dalam sistem mikrokontroler ialah keypad matriks. Keypad ini terdiri atas tombol, konektor baris, dan konektor kolom. Penekanan tombol akan menghubungkan dua konektor pada baris dan kolom tertentu. Ukuran keypad matriks yang beredar dipasaran ialah 4x3 dan 4x4 (sulistiyanto,2008).

Penggunaan keypad matriks dengan membaca kondisi baris dan kolom yang bersesuaian dengan penekanan tombol. Baris 1 sampai 4 disiapkan untuk dikoneksikan dengan pin input interupsi

K10 sampai K13. Resistor *pull-up* (sekitar 10 sampai 40K Ω) diperlukan karena keempat input interupsi KI tersebut tidak memiliki resistor *pull-up* internal. Resistor *pull-up* diperlukan untuk memastikan keempat pin input tersebut mendapatkan logika 1 ketika tidak ada tombol yang ditekan sehingga pengaruh noise dapat dihindarkan. Kolom 1 sampai 4 dihubungkan dengan pin output yang berlogika 0. Ketika ada tombol ditekan, layanan interupsi KI akan diaktifkan karena terjadi perubahan logika pada pin K10 sampai K13. Posisi tombol yang ditekan ditentukan dalam rutin interupsi KI, yaitu dengan metode scanning (sulistiyanto,2008).

Penggunaan keypad matriks 4x4 dengan metode scanning membutuhkan 4 jalur input dan 4 jalur output. Selain itu metode ini pada keypad matriks membutuhkan waktu untuk membaca jenis tombol yang ditekan karena harus menscan satu persatu tiap baris sampai ditemukan nilai yang bersesuaian. Kita dapat menggunakan pembagi tegangan untuk dikombinasikan dengan keypad matriks sehingga hanya dibutuhkan 1 jalur input saja. Selain itu waktu untuk pembacaannya dapat dihemat karena setiap penekanan tombol hanya memberikan satu nilai saja sehingga cukup hanya dibandingkan langsung dengan nilai itu tanpa perlu melakukan scanning baris satu persatu.

Keypad 3x4 dihubungkan ke mikrokontroler sebagai modul input, pada dasarnya adalah *push button* yang disusun secara matriks, kemudian ditambahkan rangkaian pembagi tegangan. Dengan memakai prinsip pembagi tegangan ini, maka jika ada tombol yang ditekan maka akan didapat tegangan keluaran yang berbeda dengan tombol lain (Thamrin,2015).

Rangkaian pembagi tegangan adalah rangkaian yang membagi tegangan dengan nilai tertentu, yang sebanding dengan nilai resistor resistor yang menyusunnya. Jadi umumnya rangkaian pembagi tegangan tersusun dari minimal 2 buah resistor yang

dirangkai seri. Nilai tegangan output pada rangkaian dapat dihitung dengan rumus :
 $V_{\text{output}} = V_{\text{input}} \times \frac{R_2}{(R_1 + R_2)}$ (Artanto, 2017).

Pembagi tegangan sering digunakan pada potensiometer yaitu suatu komponen elektronika yang digunakan untuk merancang sebuah pembagi tegangan yang dapat diatur tegangan outputnya. Pembagi tegangan ini dapat digunakan untuk membuat tegangan referensi dari sumber tegangan yang relatif besar memberikan bias terhadap komponen elektronika aktif, rangkaian penguat dan sebagainya. Pada prinsipnya rangkaian pembagi tegangan terdiri dari satu atau dua lebih komponen yang dirangkai secara seri dan dihubungkan dengan sumber tegangan sebagai sumber tegangan input (Ponto, 2019).

Penyusunan tombol tombol dalam sistem pembagi tegangan dapat disusun tanpa membentuk matriks dan bisa juga disusun dalam bentuk matrik. Kedua-duanya memiliki manfaat karena sama-sama dapat menghemat jalur dari mikrokontroler. Dengan terhematnya jalur input dan output yang ada pada suatu mikrokontroler maka kita dapat merencanakan penggunaan jalur input output untuk lainnya.

Dalam kegiatan pembelajaran guru harus menguasai tip tip tertentu sebagai salah satu bentuk keterampilan yang perlu dimiliki guru. Guru harus mempunyai banyak teknik dalam mengajar agar mudah dipahami siswa. Ada banyak metode yang dapat digunakan dalam pembelajaran seperti metode bingo, metode pembelajaran berbasis masalah, metode teka teki silang, metode kartu bertingkat, metode kompetensi dan lain sebagainya (pujayanti, 2018).

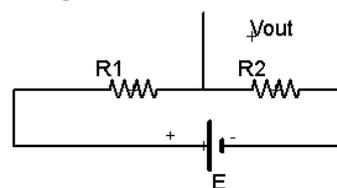
Dalam menerapkan metode metode pembelajaran tentu diperlukan alat bantu. Dengan menggunakan mikrokontroler dapat dibuat alat bantu digital .

METODE PENELITIAN

Analisis nilai resistansi yang diperlukan pada konfigurasi keypad satu kabel diawali dengan penjelasan tentang sistem pembagi tegangan dan penggunaannya. Kemudian dilanjutkan dengan penggunaan pembagi tegangan pada tombol tombol tanpa menyusun dalam bentuk matriks beserta bagaimana penentuan nilai nilai resistansi yang diperlukan serta bagaimana nilai nilai resistansi itu dimanfaatkan untuk penggunaan dengan jumlah tombol yang semakin banyak. Setelah itu dilanjutkan dengan penggunaan pembagi tegangan pada keypad matriks ukuran yang lebih kecil beserta perhitungan nilai nilai resistansi pada resistor yang digunakan pada keypad tersebut serta bagaimana pengaruh nilai nilai resistansi tersebut terhadap penggunaan matriks dengan jumlah tombol yang sangat banyak. Terakhir bagaimana pemanfaatan penggunaan keypad dalam perancangan media pembelajaran berbasis digital.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembagi tegangan merupakan sebuah rangkaian yang dibentuk dari dua atau lebih resistor disusun seri dengan satu sumber tegangan. Sesuai dengan hukum kirchoff dua bahwa beda tegangan dalam suatu rangkaian tertutup sama dengan nol. oleh sebab itu besar tegangan sumber yang diberikan akan sama dengan penjumlahan tegangan pada masing masing resistor. Dengan mengambil titik referensi diantara kaki resistor dan tegangan potensial negatif maka akan kita dapatkan satu bagian nilai tegangan. Nilai inilah yang kita gunakan sebagai tegangan outputnya . seperti pada gambar 1 berikut.



Gambar 1 Rangkaian pembagi tegangan

Besar tegangan keluaran (V_{out}) nya adalah

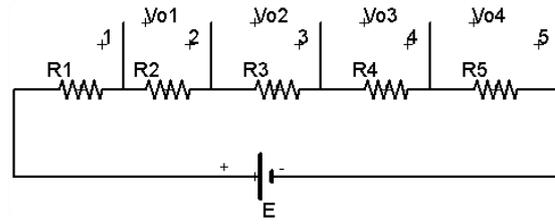
$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{in}$$

Hal ini berarti bahwa tegangan keluaran sangat tergantung dengan besarnya nilai resistansi pada Resistor R_2 . Dengan mengubah ubah nilai R_2 ini pada kondisi nilai resistansi R_1 tetap maka akan mempengaruhi besarnya tegangan keluarannya. Tegangan keluaran inilah yang nantinya akan kita inputkan pada salah satu pin output mikrokontroler yang mana jalur antara R_1 dan R_2 kita masukan pada pin output dan salah satu lagi pada titik ground mikrokontroler. Kemudian dengan menambahkan sebuah tombol pushbutton diantara jalur antara R_1 dan R_2 dan jalur ke pin output mikrokontroler maka akan menyebabkan setiap penekanan tombol tersebut akan memberikan suatu nilai pada keluaran mikrokontroler. Prinsip inilah yang digunakan pada penerapan keypad pada sistem pembagi tegangan.

Pengaplikasian pembagi tegangan pada umumnya adalah dengan mengubah komponen R_2 dengan komponen lain seperti potensiometer dan jenis resistor variabel lainnya. pada potensiometer setiap pemutaran kepala potensiometer maka akan menyebabkan nilai hambatan pada potensiometer tersebut akan berubah dan tentunya nilai tegangan keluarannya juga akan mengalami perubahan. Selain potensiometer komponen R_2 dapat juga digantikan dengan suatu sensor. Sensor yang digunakan adalah sensor yang dapat mendeteksi besaran fisika yang keluarannya diubah dalam bentuk suatu resistansi. Sensor yang umumnya digunakan seperti LDR (sensor cahaya), fotodiode (sensor cahaya), fototransistor (sensor cahaya), sensor effect hall (sensor medan magnet), strain gauge (sensor berat) dan jenis sensor lainnya.

Selain merubah komponen R_2 dengan komponen lain kita juga dapat menambah jumlah komponen resistor pada posisi komponen R_2 tersebut. Misalkan kita menempatkan 4 buah resistor pada posisi komponen R_2 atau menambah 3 resistor maka kita akan mendapatkan 4 nilai

tegangan keluaran yang berbeda seperti pada gambar 2 berikut.



Gambar 2 pembagi tegangan dengan beberapa tegangan keluaran.

Berdasarkan persamaan pembagi tegangan kita dapat menghitung besar tegangan out gambar 2 diatas sebagai berikut:

$$V_{O1} = \frac{R_2 + R_3 + R_4 + R_5}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5} V_{in}$$

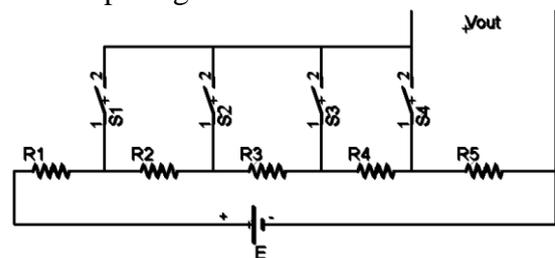
$$V_{O2} = \frac{R_3 + R_4 + R_5}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5} V_{in}$$

$$V_{O3} = \frac{R_4 + R_5}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5} V_{in}$$

$$V_{O4} = \frac{R_5}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5} V_{in}$$

Dimana V_{O1} adalah tegangan antara kaki 1 dan 5, V_{O2} adalah tegangan anantara kaki 2 dan 5, V_{O3} tegangan antara kaki 3 dan 5 dan V_{O4} adalah tegangan antara kaki 4 dan 5.

Agar keempat keluaran itu menjadi satu keluaran maka perlu ditambahkan masing masing dengan sebuah tombol seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3, penyusunn tombol pada pembagi tegangan

Saat S_1 ditekan maka tegangan output yg terbaca adalah V_{O1} , demikian juga saat S_2 ditekan maka tegangan output yg terbaca adalah V_{O2} , demikian seterusnya sampai tombol S_4 ditekan. Agar nilai yang terbaca pada saat penekanan keypad berbeda beda sehingga tombol

keypad yang ditekan dapat terbedakan maka perlu diatur nilai resistornya. Pengaturan nilai resistor sedemikian akan membuat besar tegangan output masing masing keluaran berbeda beda.

Pengaturan nilai resistor dapat dilakukan dengan cara menetapkan terlebih dahulu besar tegangan output dari masing masing maaing keluarannya. Agar besar tegangan keluaran terbaca pada suatu mikrokontroler maka besaran tersebut nilainya terletak diantara 0 sampai 5 V. Besar tegangan keluaran ini nanti akan direpresentasikan terhadap nilai biner tertentu sesuai dengan kemampuan adc yang ada dalam mikrokontroler tersebut. Untuk ADC 8 bit maka nilai tegangan keluaran akan direprentasikan masimum sampai 255. Sedangkan untuk ADC 10 bit maka nilai tegangan maksimum 5V direpresentasikan pada nilai 1023. Dalam penetapan nilai tegangan keluaran juga perlu memperhatikan toleransi yang ada pada pembacaan adc oleh suatu mikrokontroler. Pada umumnya toleransinya sekitar 1 bit. Artinya pembacaan biner 1 dan 2 dapat merupakan satu representasi nilai tegangan yang sama sehingga tegangan keluarannya tidak dapat terbedakan dan otomatis tombol keypad yang terbaca juga tidak dapat dibedakan. Untuk itu maka kita perlu menetapkan nilai pembacaan biner output adc memiliki selisih cukup jauh untuk setiap representasi tegangan keluarannya. Karena sejatinya keluaran yang terbaca oleh suatu mikrokontroler itu adalah nilai biner representasi tegangan output itu.

Untuk menentukan nilai R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , dan R_5 pada gambar 3 maka perlu kita tetapkan nilai keluaran masing masing tombol. Dari persamaan tegangan keluaran V_{O1} sampai V_{O4} terlihat bahwa nilai untuk tombol 4 adalah nilai yang paling kecil. Untuk memudahkan dalam menentukan nilai resistor nya kita ambil nilai adc sebagai representasi tegangan outputnya. Nilai biner adc kita buat selisih nya lebih besar misalkan selisihnya 4 biner. Misalkan kita menggunakan adc 8 bit dan

kita ambil nilai biner sebagai berikut 4, 8, 12 dan 16 untuk merepresentasikan keluarannya. Maka $V_{O1}=16$, $V_{O2}=12$, $V_{O3}=8$, $V_{O4}=4$ dan $V_{in}=255$. Dengan demikian persamaan tegangan output dapat kita ubah sehingga mengandung nilai R_1, R_2, R_3, R_4 dan R_5 saja seperti berikut.

$$16 = \frac{R_2 + R_3 + R_4 + R_5}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5} 255$$

Sehingga

$$16 R_1 = 239(R_2 + R_3 + R_4 + R_5) \dots(1)$$

$$12 = \frac{R_3 + R_4 + R_5}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5} 255$$

Sehingga

$$12(R_1 + R_2) = 243(R_3 + R_4 + R_5) \dots(2)$$

$$8 = \frac{R_4 + R_5}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5} 255$$

Sehingga

$$8(R_1 + R_2 + R_3) = 247(R_4 + R_5) \dots(3)$$

dan

$$4 = \frac{R_5}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5} 255$$

Sehingga

$$4(R_1 + R_2 + R_3 + R_4) = 251R_5 \dots(4)$$

dengan menggunakan metode eliminasi maka kita dapat menentukan nilai resistansi resistor tersebut. Adapun langkah langkah eliminasinya adalah sebagai berikut

1. Persamaan 4 dikalikan dengan dua kemudian dikurangi dengan persamaan 3 maka akan diperoleh

$$R_5 = R_4$$

2. Persamaan 4 dikalikan dengan tiga kemudian dikurangi dengan persamaan 2 maka akan diperoleh

$$255(R_3 + R_4) = 510R_5$$

- Masukkan nilai R_5 yang diperoleh pada langkah satu ke hasil yang diperoleh pada langkah dua maka akan diperoleh nilai R_3 yaitu

$$R_3 = R_4$$

- Persamaan 4 dikalikan dengan empat kemudian dikurangi dengan persamaan 1 maka akan diperoleh

$$255(R_2 + R_3 + R_4) = 765R_5$$

- Masukkan nilai R_5 dan R_3 yang diperoleh pada langkah satu dan langkah tiga maka akan diperoleh

$$R_2 = R_4$$

- Masukkan nilai R_5 , R_3 , R_2 yang telah diperoleh pada langkah satu, langkah tiga dan langkah 5 pada persamaan 1 maka akan diperoleh

$$R_1 = \frac{956}{16} R_4$$

- Lalu kita perlu menentukan nilai R_4 . Dari langkah diatas terlihat pembagi terbesarnya adalah 16 maka kita dapat menggunakan nilai ini sebagai nilai R_4 nya. Sehingga kita peroleh

$$R_1 = 956 \Omega$$

$$R_2 = 16 \Omega$$

$$R_3 = 16 \Omega$$

$$R_4 = 16 \Omega$$

$$R_5 = 16 \Omega$$

Nilai nilai hasil perhitungan tersebut tidak otomatis langsung dapat kita gunakan dalam pembuatan keypad dengan sistem pembagi tegangan. Kita perlu juga menentukan batasan arus yang dapat terbaca oleh jalur input output suatu mikrokontroler. Biasanya besar arus yang dapat diterima maksimal 50 mA. Karena resistor resistor pada rangkaian pembagi tegangan disusun secara seri maka besar arus yang mengalir pada rangkaian ini cukup kecil yaitu 4,9 mA. Selain mempertimbangkan nilai arusnya maka kita perlu mempertimbangkan nilai resistor yang ada dipasaran.

Dipasaran resistor tersedia dalam seri E24. Yaitu ada 24 nilai resistor dan nilai ini berulang untuk kelipatan 10,100,1000 dan seterusnya. Nilai resistor dalam seri E24 adalah 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,5; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,4; 2,7; 3,0; 3,3;3,6; 3,9; 4,3; 4,7; 5,1; 5,6; 6,2; 6,8; 7,5; 8,2; dan 9,1. Berdasarkan ser E24 tersebut maka kita dapat mempergunakan nilai 910Ω atau 1KΩ untuk R_1 , dan nilai 16Ω untuk R_2, R_3, R_4 dan R_5 .

Dari hasil perhitungan diatas terlihat bahwa hanya ada dua nilai hambatan satu nilai untuk R_1 dan satu lagi untuk nilai resistor sesuai dengan banyak tombol yang dipakai. Selain itu terlihat bahwa nilai resistor R_1 sangat mempengaruhi besar tegangan keluarannya dan pemilihan nilai ini sangat perlu diperhatikan. Nilai R_1 ini berdiri sendiri dan nilai resistor lainnya dari perhitungan ternyata memiliki nilai yang sama kecuali nilai R_1 . Ini berarti pemilihan nilai R_1 sangat perlu diperhatikan. Untuk keypad yang terdiri dari 4 tombol yang disusun dengan sistem pembagi tegangan didapat nilai persamaan untuk menghitung nilai R_1 sebagai berikut

$$16 R_1 = 239(4R_2)$$

Dimana angka 16 itu merupakan nilai biner dari tegangan keluaran terbesar dari penekanan tombol pada suatu keypad, angka 4 itu merupakan jumlah banyak tombol yang digunakan sedangkan angka 239 berasal dari selisih dari biner tertinggi dari suatu ADC dengan biner terbesar dari tegangan keluaran pembagi tegangan. Dengan mengetahui hal tersebut kita dapat mengeneralisasikan persamaan diatas untuk penggunaan dengan banyak tombol keypad dan penggunaan pada adc dengan jangkauan bit yang berbeda.

Adapun pola generalisasi persamaan diatas dapat dirumuskan sebagai berikut

$$B_v R_1 = (B_{adc} - B_v) (N R_2) \dots (5)$$

Dimana B_v adalah biner terbesar dari tegangan keluaran pembagi tegangan, B_{adc} adalah biner terbesar dari adc yang digunakan, dan N adalah jumlah tombol

yang digunakan pada sistem pembagi tegangan.

Misalkan persamaan untuk 4 tombol diatas digunakan pada mikrokontroler yang mendukung adc 10bit maka akan didapatkan perbandingan nilai R_1 dan R_2 sebagai berikut

$$16 R_1 = (1023 - 16)(4R_2)$$

atau

$$16 R_1 = 1007(4R_2)$$

Untuk penggunaan pada jumlah tombol yang lebih besar maka nilai biner terbesar dari tegangan keluarannya harus lebih besar dari jumlah tombol yang digunakan. Sebagai contoh untuk penggunaan 16 tombol pada sistem pembagi tegangan maka biner terbesar keluaran nya bisa saja 20, 40, 64, 100 atau lainnya asal lebih kecil dari maksimal biner adc. Akan tetapi dengan pemilihan nilai tersebut dapat saja membuat nilai tegangan keluaran lainnya dari perbandingan tegangan nilainya berdekatan. Oleh sebab itu maka kita perlu mempertimbangkan sebelumnya berapakah jarak antar biner keluaran pembagi tegangan tersebut. Jarak antara biner biner keluaran pada setiap penekanan tombol perlu dibuat cukup lebar sehingga nilai keluaran setiap penekanan tombol dapat terbedakan. Oleh sebab itu jarak antar biner ini perlu ada dalam persamaan 5 diatas sehingga persamaan tersebut dapat menjadi lebih umum lagi.

Dengan memperhatikan asal angka 16 pada persamaan 1, maka dapat diketahui bahwa nilai ini merupakan hasil kali jumlah tombol yang digunakan (4) dengan selisih antara biner biner tegangan keluaran dari pembagi tegangan (4 bit). Maka persamaan 5 diatas dapat dirumus ulang sebagai berikut

$$N \cdot b \cdot R_1 = (B_{adc} - N \cdot b)N \cdot R_2$$

$$b \cdot R_1 = (B_{adc} - N \cdot b)R_2 \dots(6)$$

Dimana b adalah jarak antar biner tegangan keluaran dari pembagi tegangan .

Apakah persamaan 6 ini dapat digunakan untuk sembarang jumlah tombol maka perlu diuji dengan ukuran jumlah tombol berbeda dan kemudian dilihat sebaran nilai

nilai biner tegangan keluarannya. Misalkan kita perlu 8 buah tombol dan kita rencanakan jarak antar binernya sebesar 5 biner pada adc 8bit. Maka dengan menggunakan persamaan 6 akan kita peroleh perbandingan nilai R_1 dan R_2 nya sebagai berikut

$$5R_1 = (255 - 8 \cdot 5)R_2$$

$$R_1 = \frac{215}{5}R_2 = 43R_2$$

Misalkan kita menggunakan R_2 sebesar 10Ω maka R_1 yang kita gunakan adalah 430Ω . Dengan menggunakan rumusan pembagi tegangan maka kita dapat menghitung besar kedelapan tegangan keluarannya beserta resistor yang digunakan seperti tabel dibawah

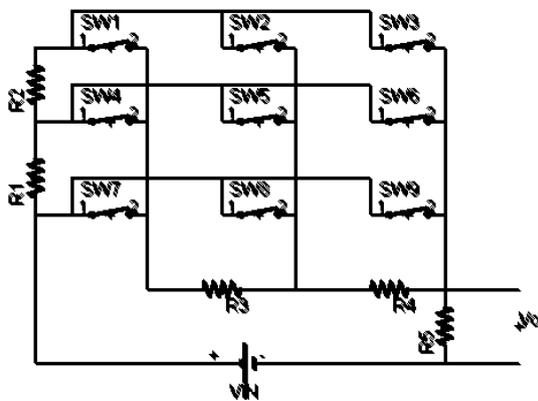
	(Volt)	biner	$R_1 = 430$
V1	0,157	40	$R_2 = 10$
V2	0,137	35	$R_3 = 10$
V3	0,118	30	$R_4 = 10$
V4	0,098	25	$R_5 = 10$
V5	0,078	20	$R_6 = 10$
V6	0,059	15	$R_7 = 10$
V7	0,039	10	$R_8 = 10$
V8	0,020	5	$R_9 = 10$

Tabel 1 tegangan keluaran dan resistor yang digunakan pada keypad dengan 8 tombol

Berdasarkan tabel 1 tersebut dapat dipastikan bahwa persamaan 6 tersebut dapat digunakan untuk ukuran jumlah tombol yang lebih besar lagi.

Persamaan 6 diatas akan sangat bermanfaat sekali jika kita membutuhkan penggunaan tombol yang sangat banyak. Misalkan kita akan membuat keypad yang terdiri dari cukup banyak tombol maka kita akan mudah sekali menentukan nilai resistor yang akan kita gunakan dalam sistem pembagi tegangan. Kekurangan susunan keypad dengan menggunakan cara ini adalah dibutuhkan banyak sekali resistor dalam perancangan keypadnya. Namun hal ini tidak masalah karena harga resistor yang tidak terlalu mahal sehingga ini cara

ini masih cukup hemat dalam hal biaya. Tapi penggunaan jumlah resistor yang cukup[banyak tentunya akan menambah ukuran dan tempat dari keypad yang dirancang. Untuk meminimalkan penggunaan tempat dan ruang ini maka kita dapat merancang keypad dalam bentuk matriks sehingga dengan sistem matrik ini maka akan mengurangi penggunaan resistor. Ada beberapa cara untuk mengkom- binasikan susunan keypad matrik pada sistem pembagi tegangan salah satunya adalah seperti gambar dibawah ini



Gambar 4 rangkaian keypad matrik 3x3 pada sistem pembagi tegangan

Gambar 4 diatas memperlihatkan 9 tombol disusun dalam bentuk matrik 3x3 dan dikemudian dikombinasikan dengan rangkaian pembagi tegangan. Dengan susunan seperti itu maka hanya dibutuhkan 5 buah resistor . Jika tidak menggunakan matriks 9 tombol itu akan membutuhkan sekurang kurangnya 10 resistor. Untuk jumlah tombol yang sedikit penghematan jumlah resistor tidak terlalu signifikan. Namun untuk jumlah tombol yang sangat besar maka penghematan resistornya akan terlihat sangat signifikan. Contoh untuk 64 tombol jika disusun tanpa matriks akan memerlukan 65 resistor sedangkan jika disusun dengan bentuk matrik 8x8 maka hanya dibutuhkan 15 buah resistor. Cara penyusunan untuk ukuran tombol yang sangat banyak adalah dengan menambahkan jumlah kolom dan jumlah baris sesuai dengan matriks yang terbentuk.

Penyusunan 9 tombol dengan matrik pada sistem pembagi tegangan akan menghasilkan 9 nilai tegangan keluaran untuk satu jalur keluaran V_o . Agar setiap penekanan tombol menghasilkan 9 nilai keluaran yang berbeda maka perlu dipilih nilai resistor yang tertentu. Untuk menentukan nilai resistor tersebut dapat dilakukan dengan cara menganalisis apa yang terjadi saat setiap tombol ditekan dan berapa tegangan keluarannya.

Berdasarkan gambar 4 diatas, ketika tombol 1 ditekan maka arus akan mengalir melalui $R_1, R_2, R_3, R_4,$ dan R_5 . Tegangan keluaran diambil pada R_5 sehingga besar tegangan keluaran yang terbaca saat penekanan tombol 1 adalah

$$V_1 = \frac{R_5}{R_1+R_2+R_3+R_4+R_5} V_{in} \dots(7)$$

Lalu ketika tombol 2 ditekan maka arus akan mengalir melalui $R_1, R_2, R_4,$ dan R_5 . Tegangan keluaran diambil pada R_5 sehingga besar tegangan keluaran yang terbaca saat penekanan tombol 1 adalah

$$V_2 = \frac{R_5}{R_1+R_2+R_4+R_5} V_{in} \dots\dots (8)$$

Kemudian ketika tombol 3 ditekan maka arus akan mengalir melalui $R_1, R_2,$ dan R_5 . Tegangan keluaran diambil pada R_5 sehingga besar tegangan keluaran yang terbaca saat penekanan tombol 1 adalah

$$V_3 = \frac{R_5}{R_1+R_2+R_5} V_{in} \dots\dots (9)$$

Untuk baris kedua, saat tombol 4 ditekan maka arus mengalir melalui $R_1, R_3, R_4,$ dan R_5 sehingga tegangan keluarannya adalah

$$V_4 = \frac{R_5}{R_1+R_3+R_4+R_5} V_{in} \dots (10)$$

saat tombol 5 ditekan maka arus mengalir melalui $R_1, R_4,$ dan R_5 sehingga tegangan keluarannya adalah

$$V_5 = \frac{R_5}{R_1+R_4+R_5} V_{in} \dots (11)$$

saat tombol 6 ditekan maka arus mengalir melalui $R_1,$ dan R_5 sehingga tegangan keluarannya adalah

$$V_6 = \frac{R_5}{R_1+R_5} V_{in} \dots(12)$$

Untuk baris ketiga, saat tombol 7 ditekan maka arus mengalir melalui R₃, R₄, dan R₅ sehingga tegangan keluarannya adalah

$$V_7 = \frac{R_5}{R_3+R_4+R_5} V_{in} \dots (13)$$

saat tombol 8 ditekan maka arus mengalir melalui R₄ dan R₅ sehingga tegangan keluarannya adalah

$$V_8 = \frac{R_5}{R_4+R_5} V_{in} \dots (14)$$

saat tombol 9 ditekan maka arus mengalir melalui R₅ sehingga tegangan keluarannya adalah

$$V_9 = V_{in}$$

Agar penekanan setiap tombol menghasilkan besar tegangan keluaran yang berbeda pada output pembagi tegangan sangat tergantung dengan besar nilai hambatan yang digunakan Untuk itu perlu dihitung dan dianalisa berapa besaran nilai resistor tersebut.

Untuk menganalisa dan menghitung nilai hambatannya ma dilakukan beberapa tahap berikut

1. Memperkirakan nilai tegangan keluaran yang mungkin berdasarkan bentuk pola persamaan tegangan keluaran diatas.

Jika diperhatikan rumusan persamaan tegangan tegangan keluarannya pada perbandingan nilai hambatannya semua penyebutnya sama yaitu R₅ dan jumlah resistor pada pembilangnya berbeda beda jumlahnya. Artinya penekanan tombol 1 bertahap sampai penekanan tombol 9 nilai pembilang pada perbandingan $\frac{V_o}{V_{in}}$ akan mengalami penurunan. Dengan membuat nilai nilai resistansinya dapat dibandingkan dengan R₅ maka nilai $\frac{V_o}{V_{in}}$ akan membentuk suatu bilangan cacah yang nilai pembilangnya menurun. Ada 9 bilangan cacah yang berbeda yang dapat mewakili nilai $\frac{V_o}{V_{in}}$ untuk setiap penekanan tombol yaitu $\frac{1}{9}, \frac{1}{8}, \frac{1}{7}, \frac{1}{6}, \frac{1}{5}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}$, dan 1.

2. Menentukan perbandingan nilai nilai hambatannya terhadap R₅

Penekanan tombol 1 akan memberikan nilai $\frac{V_o}{V_{in}}$ terkecil yaitu $\frac{1}{9}$ sehingga dari persamaan 7 diatas akan diperoleh

$$R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 8R_5$$

Penekanan tombol 2 akan menghasilkan perbandingan nilai $\frac{V_o}{V_{in}}$ bertambah bertahap yaitu $\frac{1}{8}$ sehingga dari persamaan 8 akan diperoleh

$$R_1 + R_2 + R_4 = 7R_5$$

Sehingga R₃ = R₅

Jika nilai $\frac{V_o}{V_{in}}$ pada penekanan tombol 3 adalah $\frac{1}{7}$ maka akan diperoleh perbandingan resistor resistor terhadap R₅ adalah R₁ + R₂ = 6R₅ (15)

sehingga R₃ = R₅

Untuk nilai $\frac{V_o}{V_{in}}$ lainnya belum dapat kita tebak jadi kita masukkan nilai R₃ dan R₄ yang telah diperoleh diatas kepersamaan tegangan keluaran yang mengandung R₃ dan R₄. untuk penekanan tombol 8 akan diperoleh nilai $\frac{V_o}{V_{in}}$ adalah $\frac{1}{2}$ dan penekanan tombol 7 menghasilkan nilai $\frac{V_o}{V_{in}}$ sebesar $\frac{1}{3}$.

Berdasarkan analisa diatas telah digunakan nilai $\frac{V_o}{V_{in}}$ sebesar $\frac{1}{9}, \frac{1}{8}, \frac{1}{7}, \frac{1}{6}, \frac{1}{5}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}$ untuk tombol 1,2,3,7 dn 8. Dengan demikian kita dapat mentukan nilai nilai $\frac{V_o}{V_{in}}$ untuk tombol

4,5 dan 6 secara berurutan adalah $\frac{1}{6}, \frac{1}{5}$ dan $\frac{1}{4}$.

Dengan memasukan nilai R₃, R₄ dan nilai $\frac{V_o}{V_{in}}$ pada persamaan 10 maka akan diperoleh R₁ = 3R₅. Nilai R₁ ini dimasukkan ke dalam persamaan 8 maka akan diperoleh R₂ = 3R₅.

Dari analisa diatas didapatkan nilai nilai perbandingan resistor resistornya terhadap R₅ yaitu R₁=R₂=3R₅; R₃=R₄=R₅.

Dimana R₁ dan R₂ adalah hambatan yang dipasang pada baris sedangkan R₃ dan R₄ adalah hambatan yang dipasang pada kolom. Besar nilai hambatan yang dipasang pada baris adalah 3 kali besar hambatan yang dipasang pada kolom untuk 9 tombol yang dipasang pada matrik. Untuk dapat mengeneralisasikan hasil

analisa ini untuk ukuran matrik yang lebih besar maka perlu diketahui angka 3 ini apakah nilai dari jumlah kolom ataukah jumlah dari barisnya hal ini karena kita menggunakan matrik persegi. Untuk itu maka kita perlu menganalisa untuk ukuran matrik persegi panjang misal matrik 2x3. Matrik 2x3 ini merupakan susunan 6 tombol dalam suatu matrik.

Susunan 6 tombol dalam matrik 2x3 dapat dibuat seperti gambar 4 dengan menghilangkan tombol 7,8 dan serta menghubungkan R1. Persamaan tegangan keluaran nya akan sama seperti persamaan 7 sampai 12 dengan meniadakan nilai R₁ nya. Penekanan setiap tombol akan menghasilkan nilai keluaran yang berbeda dengan nilai $\frac{V_o}{V_{in}}$ membentuk 6 bilangan pecahan yaitu $\frac{1}{6}, \frac{1}{5}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}$, dan 1 yang urutannya bersesuaian dengan urutan tombol 1 sampai tombol 6. Jadi ketika tombol 5 ditekan maka $\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{1}{2}$ sehingga $R_4 = R_5$, saat tombol 3 ditekan maka $\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{1}{4}$ sehingga

$R_2 = 3R_5$ dan saat tombol 1 ditekan maka $\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{1}{6}$ dan dengan memasukkan nilai R2 dan R4 diperoleh nilai $R_3 = R_5$. Dengan demikian diperoleh $R_2=3R_5; R_3=R_4=R_5$. Dengan R₂ adalah resistor yang terletak di baris matrik 2x3, R₃ dan R₄ adalah Resistor yang terletak di kolom dan R₅ adalah resistor acuan keluaran tegangan atau selanjutnya disebut R_v. Ternyata dengan matrik 2x3 diperoleh juga bahwa nilai resistor pada baris sama dengan tiga kali nilai resistor pada kolom .sehingga dapat dipastikan untuk keypad matriks menggunakan sistem pembagi tegangan dengan susunan seperti gambar 4 nilai resistor resistor nya adalah sebagai berikut $R_b = k R_k ; N_{Rb} = b - 1; N_{Rk} = k - 1;$.dimana

R_b adalah resistor pada baris

R_k adalah resistor pada kolom

N_{Rb} adalah jumlah resistor pada baris

N_{Rk} adalah jumlah resistor pada kolom

Lalu apa pengaruh nilai R_v pada keluaran tegangan pada setiap penekanan tombol ? untuk itu kita perlu menghitung nilai biner tegangan keluaran pada setiap penekanan tombol untuk $R_v = R_k, R_v = NR_k, R_v = kR_k$. Tabel dibawah menunjukkan perhitungan biner tegangan keluaran untuk keypad 5x5

Tabel 2 Pengaruh pemilihan nilai R_v terhadap biner tegangan keluaran pada penekanan tombol pada keypad 5x5

Tombol	Biner V out nya		
	R _v =R _k	R _v =25R _k	R _v =5R _k
V1	10	130	84
V2	11	133	82
V3	11	136	79
V4	12	139	77
V5	12	142	74
V6	13	145	72
V7	13	148	69
V8	14	152	67
V9	15	155	64
V10	16	159	61
V11	17	163	58
V12	18	168	55
V13	20	172	52
V14	21	177	49
V15	23	182	45

R_v merupakan titik tegangan keluaran pembagi tegangan diambil. Berdasarkan tabel diatas terlihat bahwa pemilihan nilai R_v tersebut sangat berpengaruh terhadap selisih tegangan keluaran antar masing masing tombol. Agar setiap penekanan tombol jenis tomnbol dapat dibedakan maka tidak boleh ada nilai yang sama pada hasil tegangan keluarannya. Berdasarkan tabel diatas terlihat nilai R_vnya sebaiknya sama dengan jumlah tombol dikali dengan nilai R_bnya. Berdasarkan hasil analisa diatas maka untuk keypad matriks yang dibuat dari suatu pembagi tegangan sesuai dengan gambar 4 maka perlu dipilih nilai resistor dengan syarat sebagai berikut

$$R_b = k R_k ; \text{ dan } R_v = N R_k$$

Jumlah resistor yang digunakan

$$N_{Rb} = b - 1; N_{Rk} = k - 1;$$

.dimana

R_b adalah resistor pada baris

R_k adalah resistor pada kolom

N_{Rb} adalah jumlah resistor pada baris

N_{Rk} adalah jumlah resistor pada kolom

Dengan menggunakan persyaratan nilai nilai resistor tersebut diatas maka kita dapat membuat suatu papan ketik yang memiliki tombol yang cukup banyak misalkan lebih bnyak dari tombol keyboard yang biasa kita temui.

Lalu bagaimana manfaat dari pembuatan papan ketik dengan banyak tombol untuk media pembelajaran?

Melalui analisis penentuan nilai nilai resistor pada suatu konfigurasi papan ketik pada sistem pembagi tegangan maka kta dapat membuat suatu papan ketik dengan terdiri dari banyak tombol hanya membutuhkan satu jalur input dari suatu mikrokontroler. Jika kita tidak menggunakan pembuatan papan ketik tanpa sistem pembagi tegangan maka akan dibutuhkan banyak jalur input suatu mikrokontroler padahal jumlah jalur input output mikrokontroler cukup terbatas. Dengan menggunakan sistem pembagi tegangan maka akan menyisakan banyak jalur input output suatu mikrokontroler untuk digunakan untuk keperluan lainnya dengan menggunakan susunan tombol dengan sistem pembagi tegangan kita dapat membuat alat bantu digital untuk media pembelajaran. Alat bantu itu dapat diterapkan dalam metode metode pengajaran yang ada. Misalnya metode kartu bertingkat. Kita dapat membuat satu kartu diwakili oleh satu tombol pada papan ketik kemudian isi yang ada dalam kartu tersdebut dapat ditampilkan pada lcd dan siswa dapat melihat dan membaca langsung pada lcd tersebut, atau bisa saja papan ketik tersebut diinputkan langsung ditampilkan ke infokus dengan telebih dahulu mengkonekannya ke komputer melaalui jalur datanya baik melalui usb atau port serial dan paralel. Kita dapat juga menggunakan papan tombol sebagai alat

bantu pada metode kompetisi misalkan tebak kata yang setiap kata yang ditebak diwakili oleh satu tombol. Kita juga dapat menerapkan papan tombol dalam penggunaan metode review estafet. Hal ini dapat dilakukan dengan meletakan suatu papan tombol yang berisi tombol yang banyak di depan kelas. Setiap tombol berisi satu pertanyaan yang pertanyaan ditampilkan pada sebuah lcd. setiap siswa dapat melihat pertanyaan langsung di kertasnya lanjut ke tombol selanjutnya. Penggunaan papn tombol sebagai alat bantu digital akan menghemat dalam mencetak soal dan memperbanyaknya. Penggunaan papan tombol dengan dikombinasikan dengan tampilan komputer akan memudahkan dalam mengubah soal untuk digunakan pada materi yang lainnya. Namun disamping itu alat digital ini tentu memiliki kelemahan yaitu dalam biaya dalam pembuatan dan pegandaan alat ini. Selain itu dibutuhkan pengetahuan pemograman suatu mikrokontroler atau mikroprosesor untuk penerapannya.

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan diatas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut

1. Sistem pembagi tegangan dapat dimanfaatkan untuk membuat papan ketik dengan banyak tombol dengan hanya membutuhkan satu jalur input pada suatu mikrokontroler.
2. Ada 2 jenis konfigurasi papan ketik pada pembagi tegangan yaitu susunan tombol tanpa menggunakan matrik dan susunan tombol dengan menggunakan matrik
3. Kedua konfigurasi papan ketik tersebut diatas membutuhkan kombinasi nilai nilai resistor tertentu sehingga setiap penekanan tombol pada papan ketik dapat ter-bedakan jenis tombolnya
4. Persyaratan pemilihan resistor pada konfigurasi susunan tombol tanpa matrik menggunakan sistem

pembagi tegangan adalah sebagai berikut

$$b \cdot R_1 = (B_{adc} - N \cdot b)R_2$$

5. Persyaratan pemilihan resistor pada susunan tombol dalam bentuk matrik menggunakan sistem pembagi tegangan adalah sebagai berikut

$$R_b = k R_k ; \text{ dan } R_v = N R_k$$

6. Penggunaan susunan tombol menggunakan bentuk matrik lebih menghemat jumlah resistor yang digunakan misalkan untuk 25 tombol yang disusun tanpa matrik akan membutuhkan 26 buah resistor sedangkan dengan menggunakan matrik hanya dibutuhkan 9 buah resistor.
7. Papan ketik dengan jumlah tombol yang cukup banyak dapat dimanfaatkan untuk pembuatan alat bantu media pembelajaran sistem digital.

REFERENSI

- Artanto, Dian. (2017). Interface Sensor dan Aktuator menggunakan Proteus, Arduino, dan Labview. Deepublish Publisher. Yogyakarta.
- Pujayanti, Teresia. (2018). Mengajar Sains yang menyenangkan di Dalam Kelas- disertai 50 Tips dan Teknik Kreatif. Andi Offset. Yogyakarta.
- Ponto, Hantje. (2018). Dasar Teknik Listrik. Deepublish Publisher. Yogyakarta.
- Sulistiyanto, Nanang. (2008). Pemograman Mikrokontroler R8C/13. PT. Elex Media Komputindo . Jakarta.
- Thamrin, Budy. (2015). Sistem Pengaman Kunci Sepeda Motor Menggunakan Radio Frequency Identification (RFID). Deepublish Publisher. Yogyakarta.