

BAB III

PERANCANGAN DAN REALISASI

Alat ukur periode ayunan matematis secara digital ini terdiri dari beberapa bagian, yaitu sensor, pewaktu, pencacah, multiplekser, penunda data, memori, pembagi dua, pembanding dan penampil. Pembagian ini dilakukan agar mempermudah dalam perancangan dan pengecekan dari masing-masing bagian (komponen).

Bagian pewaktu adalah bagian yang paling penting dalam alat ini. Karena kepresisian alat ditentukan oleh bagian ini, pewaktu menggunakan frekuensi 1000 Hz. karena dipilih satuan milidetik dan frekuensi ini dapat diperbesar atau diperkecil untuk mendapat ketelitian yang berbeda. Dalam perancangan ini dapat digunakan pewaktu eksternal. Maksudnya pewaktu dapat diganti dari luar rangkaian ini. Salah satu pewaktu yang dapat digunakan adalah sebuah generator isyarat. Jika generator isyarat ingin digunakan maka dipilih keluaran berupa gelombang kotak dengan tegangan sesuai dengan tegangan IC TTL (*Transistor-Transistor Logic*) yaitu 5V. Sehingga frekuensi dapat dipilih beberapa variasi sesuai dengan kebutuhan.

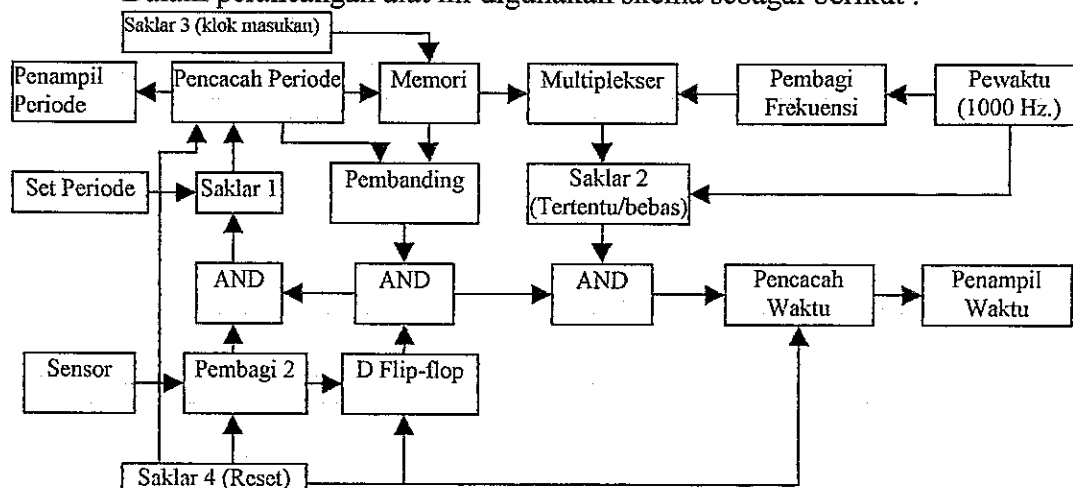
3.1. Prinsip Kerja

Prinsip kerja dari alat ukur periode ayunan matematis secara digital ini adalah mengukur jeda (lamanya) waktu antara ayunan pertama dan ayunan yang terakhir. Ayunan yang terakhir adalah periode dari ayunan tersebut. Ayunan ini

ditangkap oleh sebuah sensor berupa optokopler yang akan menghantarkan arus bila tidak ada yang menghalangi dan akan mati bila terhalang oleh tali dari bandul tersebut. Arus yang mengalir dan mati ini dapat digunakan sebagai klok (detak). Ayunan yang pertama kali digunakan untuk menghidupkan alat dan belum dihitung sebagai periode. Baru kemudian ayunan yang berikutnya dihitung sebagai periode (ayunan). Karena periode suatu gerak harmonik adalah waktu yang dibutuhkan untuk menempuh satu lintasan lengkap dari geraknya, maka dalam satu periode sensor dilalui dua kali oleh tali. Sehingga sebelum masuk ke penghitung (pencacah) periode dibagi dua terlebih dahulu dengan sebuah pembagi dua (flip-flop). Pewaktu 1000 Hz dipilih karena satuan waktunya adalah milidetik. Pewaktu ini dicacah oleh pencacah waktu dan dimulai ketika sensor dilalui pertama kali oleh tali. dan dimatikan oleh rangkaian multiplekser ketika jumlah periode yang sedang dihitung (dicacah) sama dengan jumlah periode yang dimasukkan dalam memori.

3.2. Skema Peralatan

Dalam perancangan alat ini digunakan skema sebagai berikut :



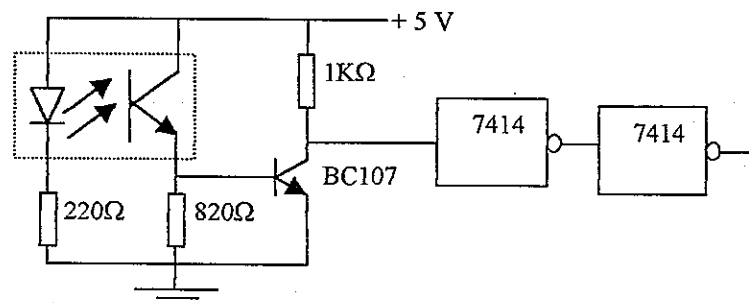
Gambar 3.1. Skema blok Alat

3.3. Sensor

Untuk menghitung periode digunakan sebuah sensor cahaya yaitu optokopler. Optokopler atau optoisolator merupakan gabungan LED (*light emitting diode*) dengan fotodiode atau fototransistor (Watson, 1990). Optokopler tersebut terdiri dari dua bagian yaitu LED sebagai sumber cahaya dan fototransistor sebagai penerima cahaya. Pulsa periode timbul ketika tali dari bandul (ayunan) menutupi cahaya yang dikirimkan oleh LED sebagai sumber cahaya ke fototransistor sehingga menimbulkan suatu klok pulsa. Keluaran dari fototransistor masih kecil tegangannya sehingga perlu ditambahkan suatu rangkaian berupa transistor yang dipasang sebagai saklar. Untuk memastikan keluarannya adalah logika rendah atau tinggi maka ditambahkan suatu gerbang NOT Schmitt yang berfungsi menghilangkan derau yang mungkin terjadi.

Keluaran berupa logika tinggi (1) dan rendah (0) digunakan sebagai klok pada bagian berikutnya. Keluaran dari Sensor dalam keadaan sensor tidak terhalang (terbuka) adalah rendah (0) dan dalam keadaan terhalang adalah tinggi (1).

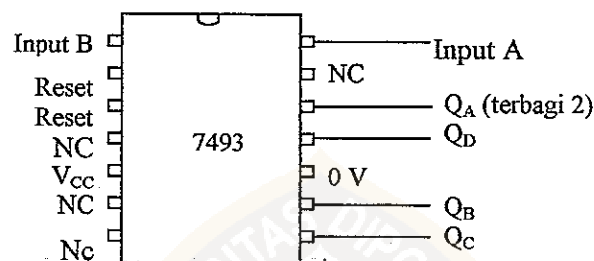
Rangkaian sensor dapat dilihat pada gambar 3-2.



Gambar 3-2. Sensor Periode ayunan matematis (Link,1993).

3.4. Pembagi Dua

Dalam satu periode, sensor dilalui dua kali oleh tali maka agar dapat menghitung periode diperlukan suatu rangkaian yang dapat membagi dua frekuensi dari sensor. Dalam alat ini digunakan sebuah IC 7493 sebagai pembagi dua. Jadi frekuensi keluaran dari IC ini adalah setengah dari frekuensi yang masuk pada klok inputnya. Input dimasukkan pada klok input A sedangkan outputnya pada Q_A . diagram penyambungan IC 7493 sebagai pembagi 2 dapat dilihat pada gambar 3-3.



Gambar 3-3. IC 7493 yang digunakan sebagai pembagi 2

3.5. Rangkaian 7490 sebagai pencacah modulo 10

Dalam alat ini digunakan rangkaian IC 7490 yaitu suatu pencacah modulo 10 yang mempunyai cacahan 0000 (0) sampai 1001 (9) yang bekerja secara tak sinkron (asinkron). Dalam alat ini ada dua macam pencacah :

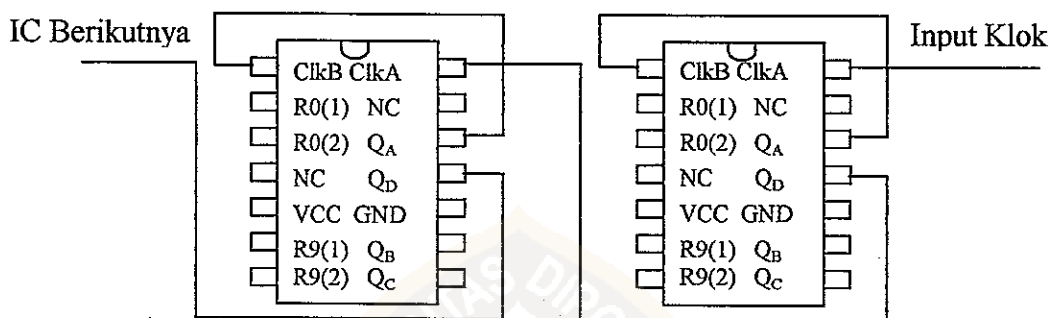
1. Pencacah periode

Pencacah periode disusun dengan dua buah IC 7490 sehingga jumlah cacahan maksimumnya adalah 99 cacahan.

2. Pencacah waktu

Pencacah waktu disusun dengan 6 buah IC 7490, sehingga didapatkan bilangan desimal 6 digit.

Pencacah ini dapat dirancang sesuai dengan kebutuhan dengan menambah atau mengurangi jumlah IC yang digunakan. Penyambungan IC-nya adalah dengan cara keluaran Q_D dari IC 7490 dimasukkan ke klok A (input A) dari pencacah didepannya. Output A (Q_A) dimasukkan ke klok B (input B) dari IC tersebut serta $R_0(1)$ atau $R_0(2)$ serta $R_9(1)$ dan $R_9(2)$ diberi tegangan rendah (0) agar pencacah tersebut dapat mencacah. Bagan penyambungannya adalah dapat dilihat pada gambar 3-4.



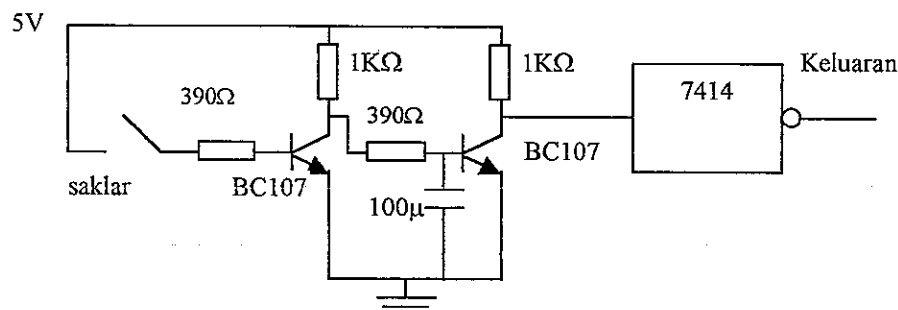
Gambar 3-4. IC 7490 Sebagai Pencacah Modulo 10

3.6. Saklar untuk set data ke memori

Saklar ini digunakan sebagai set jumlah periode yang akan dimasukkan dalam memori. Pengesetan dilakukan dengan suatu rangkaian transistor sebagai saklar sehingga mempunyai keluaran logika rendah atau tinggi yang digunakan sebagai klok pada pencacah

Keluaran dari saklar ini mempunyai keadaan normal tinggi (1) dan bila saklar ditutup maka akan mempunyai logika rendah (0). Transisi berlangsung dari keadaan rendah ke tinggi. Dalam perancangan ini perlu dibuat saklar elektronik, karena bila digunakan suatu saklar biasa yang dihubungkan dengan tegangan rendah dan tegangan tinggi maka akan terjadi *Contact Bounce* (getaran kontak)

yaitu suatu pengulangan operasi yang terjadi pada pencacah tersebut sehingga tidak dapat mencacah dengan benar. Sedangkan bagan rangkaiannya dapat dilihat pada gambar 3.5.

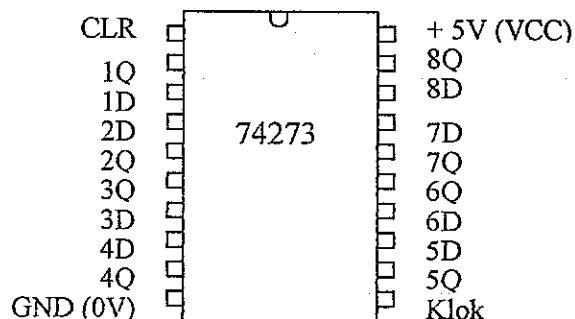


Gambar 3-5. Transistor sebagai saklar digital

3.7. Rangkaian IC 74273 sebagai Memori 8 bit

IC 74273 adalah sebuah IC yang didalamnya terdapat 8 buah D flip-flop, karena karakteristik dari D flip-flop yang tidak akan berubah nilai keluarannya sebelum data baru dimasukkan serta diklok maka IC ini digunakan sebagai unsur ingatan (memori), yaitu memori yang mempunyai ingatan 8 bit. Diagram penyambungannya dapat dilihat pada gambar 3-6.

Delapan keluaran dari IC Pencacah periode dimasukkan kedalam IC 74273. Dan keluaran dari IC 74273 digunakan sebagai memori yang akan dibandingkan dengan periode yang sedang dicacah.

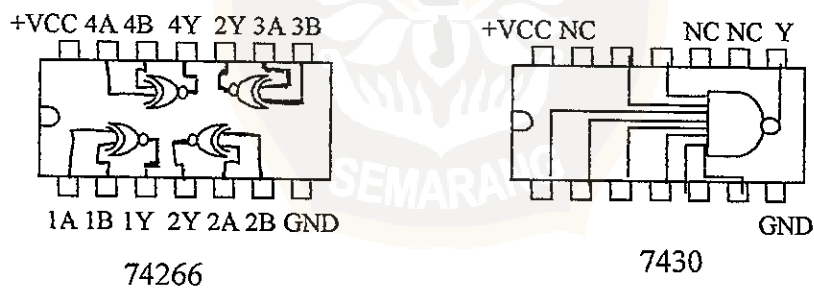


Gambar 3-6. IC 74273 sebagai memori 8 bit

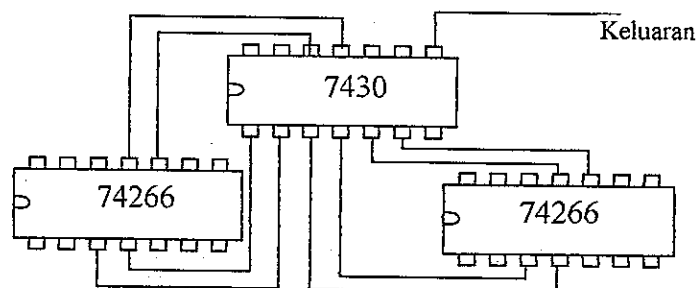
3.8. Rangkaian IC 74266 dan 7430 sebagai Pembanding.

IC 74266 adalah sebuah IC yang didalamnya terdapat 4 buah gerbang EXNOR bagan IC-nya dapat dilihat pada gambar 3-7, rangkaian EXNOR digunakan untuk membandingkan bit yang dicacah dengan bit yang ada dalam memori. Dalam perancangan ini dibutuhkan 8 buah EXNOR, jadi digunakan dua buah IC 74266.

IC 7430 adalah sebuah IC yang didalamnya terdapat NAND delapan input. bagan IC-nya dapat dilihat pada gambar 3-7. IC ini digunakan untuk menyatukan keluaran dari bit-bit pembanding pada EXNOR dari 8 keluaran menjadi keluaran tunggal. Keluaran ini nantinya digunakan sebagai penghenti klock data yang masuk ke pencacah periode dan ke pencacah waktu jika bit-bit dalam memori sama dengan bit yang sedang dicacah. Sedangkan cara penyambungannya dapat dilihat pada gambar 3-8.



Gambar 3-7. Bagan IC 74266 dan IC 7430 (Wasito, 1985).

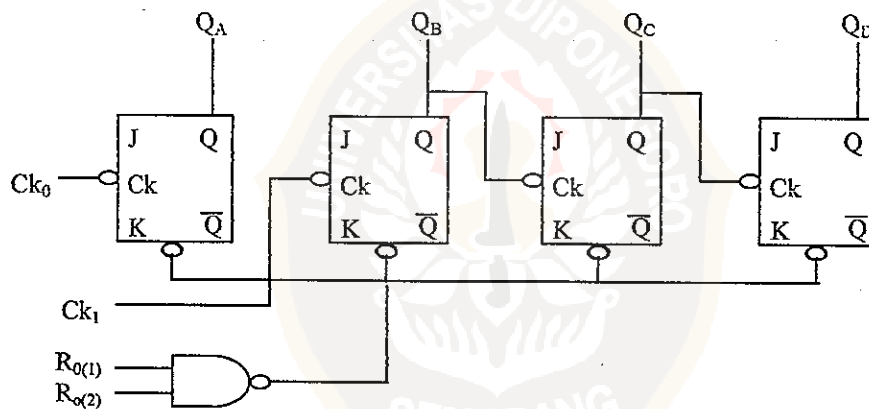


Gambar 3-8. IC 74266 dan IC 7432 sebagai pembanding.

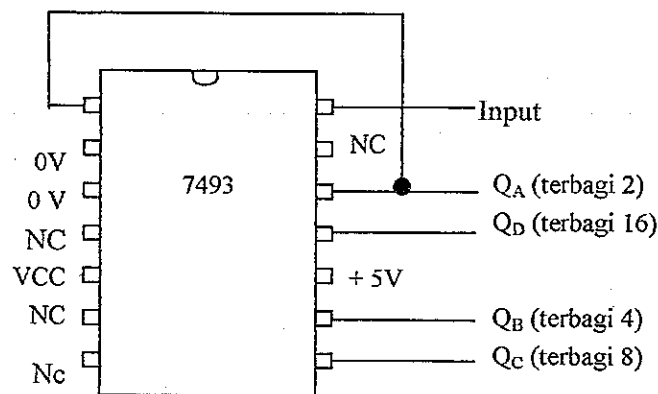
3.9. Rangkaian IC 7493 sebagai pembagi.

Suatu IC 7493 adalah suatu IC pencacah 4 bit yang bekerja dengan modulo 16, dalam alat ini sebagai pembagi frekuensi digunakan IC 7493 yaitu pembagi 2, 4, 8 dan 16. Pada keluaran A (Q_A) adalah suatu pembagi dua, pada keluaran B (Q_B) adalah pembagi 4 pada keluaran C (Q_C) adalah pembagi 8 dan pada keluaran D (Q_D) adalah pembagi 16 yang selanjutnya frekuensi yang telah dibagi ini akan dipilih melalui sebuah alat pemilih yaitu multiplexer.

Diagram blok IC 7493 dapat dilihat pada gambar 3-9 dan bagan penyambungannya dapat dilihat pada gambar 3-10.

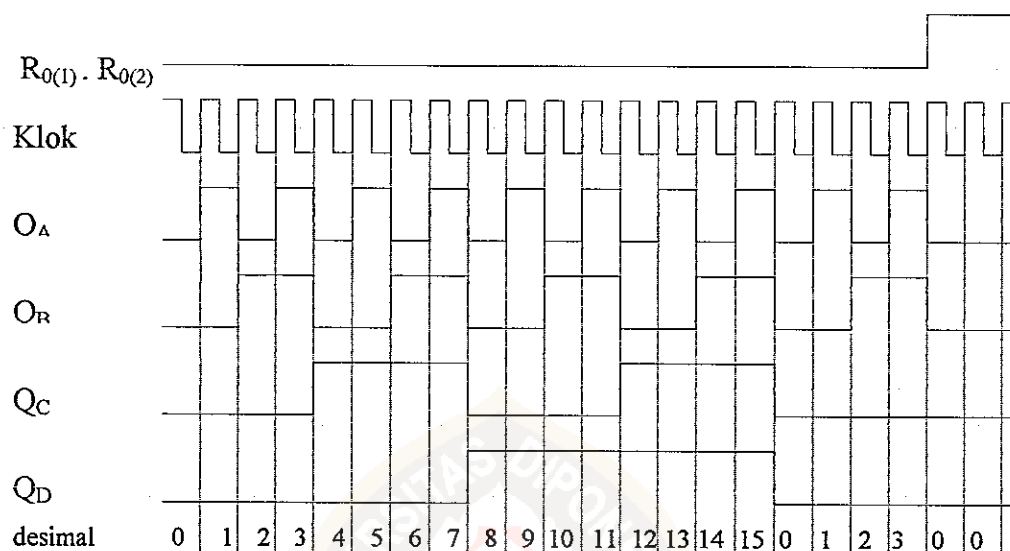


Gambar 3-9 Diagram Blok IC 7493



Gambar 3-10. IC 7493 Sebagai Pembagi 2, 4, 8, 16

Sedangkan dari diagram pewaktuannya dapat diketahui bahwa jumlah pulsa pada Q_C adalah dua kalinya Q_D , sedangkan Q_B dua kalinya Q_C dan Q_A dua kalinya Q_B maka output ini merupakan hasil bagi dari inputnya, sedangkan diagram pewaktuannya dapat dilihat pada gambar 3-11.



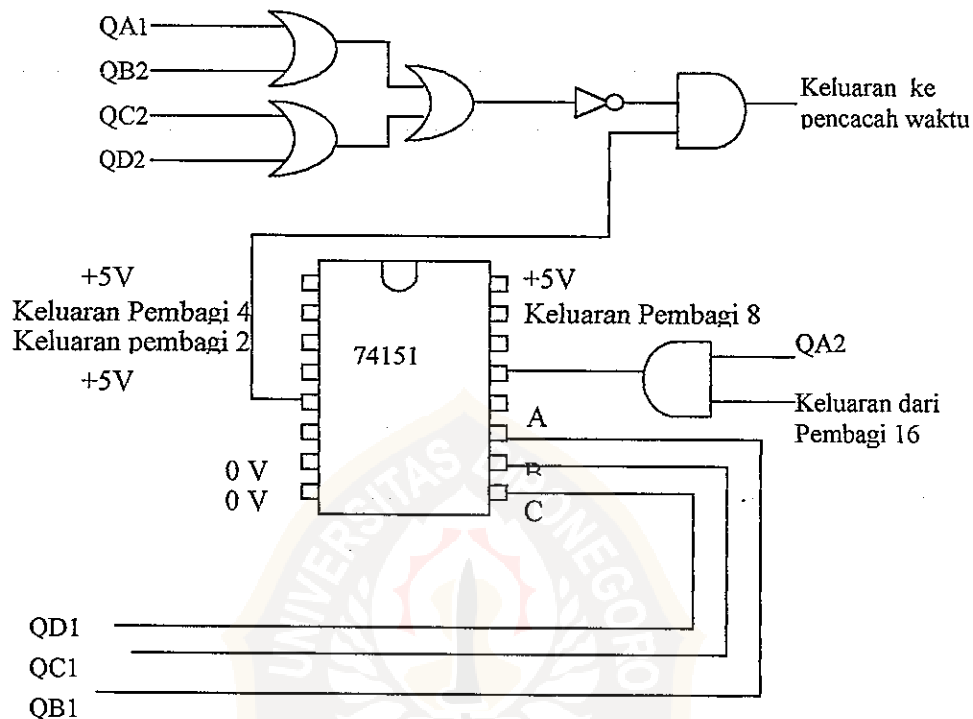
Gambar 3-11. Diagram waktu Pencacah 4 bit

3.10. Rangkaian IC 74151 dan gerbang-gerbang lain sebagai multiplekser

IC 74151 adalah sebuah multiplekser 8 ke 1, yaitu penyalur data dari 8 masukan ke sebuah keluaran yang alamat pemilihnya pada address (alamat), IC ini digunakan sebagai pemilih frekuensi yang akan disalurkan ke pencacah waktu dari IC 7493 yaitu pembagi 2, 4, 8 dan 16. Sedangkan pemilih alamatnya adalah bit-bit yang ada dalam memori, jadi data disalurkan sesuai dengan data yang ada dalam memori.

Rangkaian memori ke multiplekser menggunakan beberapa gerbang logika agar keluaran dari multiplekser sesuai dengan input yang diinginkan. Dengan

demikian maka data pulsa waktu sesuai dengan periode yang telah dibagi.. Diagram penyambungan multiplekser dapat dilihat pada gambar 3-12. Untuk dapat menambah memori yang lain maka merubah masukan dan alamat dari multiplekser agar sesuai dengan frekuensi yang diinginkan.

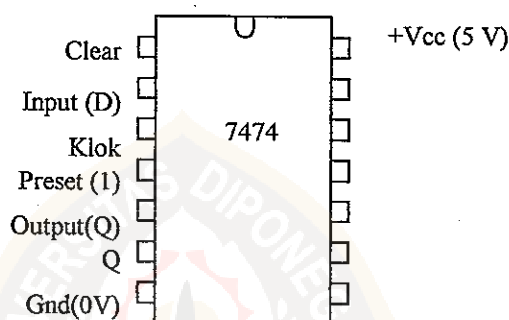


Gambar 3-12. Multiplekser

3.11. Rangkaian IC 7474 Sebagai Penunda data

Suatu IC 7474 adalah sebuah IC yang berisi dua buah D Flip-flop, D flip-flop ini nantinya digunakan sebagai penunda data masuk yang pertama atau sebagai penahan data masuk yang pertama. Apapun bentuk masukan data (D) akan tertunda selama satu pulsa detak untuk mencapai keadaan normal (Q). Bila preset diberi tegangan tinggi sesaat maka keluaran normal dari flip-flop ini akan tereset menjadi rendah (0). Sedangkan bila input (D) diberi logika tinggi (1)

Setelah alat siap maka klok yang masuk pertama kali ke periode belum bisa masuk ke pencacah periode dan klok waktu belum bisa masuk ke pencacah waktu karena D flip-flop ini masih berlogika rendah (0), baru setelah mendapat klok dari sensor keluaran D flip-flop menjadi tinggi (1) sehingga cacahan berikutnya sudah bisa dicacah oleh pencacah periode dan pencacah waktu. Dalam perancangan ini hanya digunakan sebuah D flip-flop. Bagan penyambungannya dapat dilihat pada gambar 3-13.



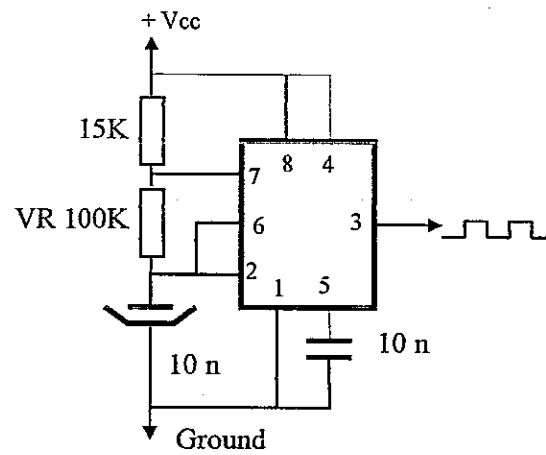
Gambar 3-13. Rangkaian IC 7474 sebagai penunda data

3.12 Rangkaian IC 555 sebagai Pewaktu

Dalam perancangan ini pewaktu merupakan elemen yang penting, dalam menentukan kepresisian alat ini. Dalam alat pengukur periode ini digunakan multivibrator astabil (bergerak bebas). Dalam penyusunan IC digunakan bahan (alat) yang kualitasnya baik, maka digunakan resistor dengan toleransi 1%, sehingga diharapkan frekuensi yang keluar dari IC 555 ini keluar dengan frekuensi yang konstan dan tidak berubah-ubah walaupun digunakan dalam waktu yang relatif lama. Besar frekuensi yang dikeluarkannya adalah :

$$f = \frac{1,44}{(R_A + 2R_B)C} \text{ Hz}$$

Gambar 3-14 merupakan gambar IC 555 sebagai multivibrator astabil untuk membangkitkan pulsa 1000 Hz.



Gambar 3.14. Multivibrator astabil

