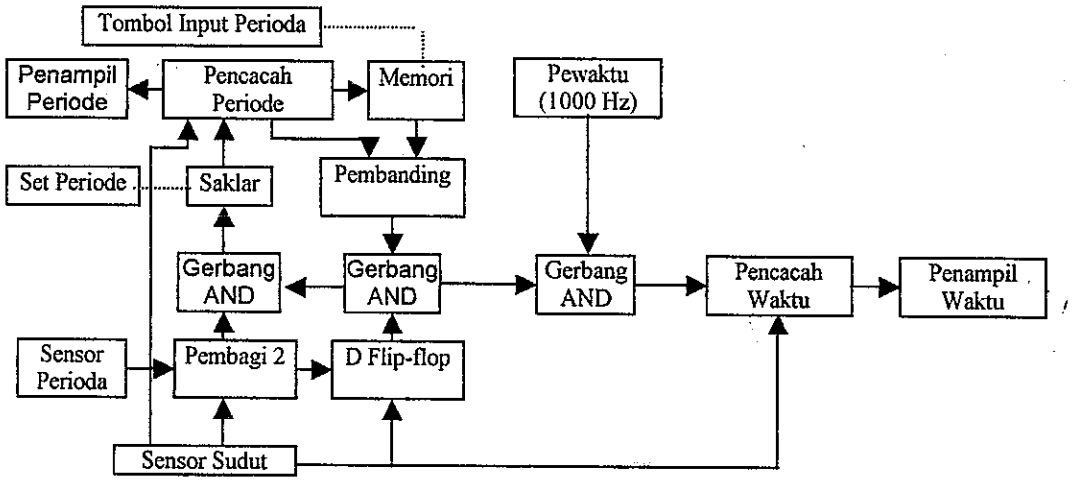
BAB III

PERANCANGAN DAN REALISASI

Alat ukur perioda ayunan matematis dengan pembatas sudut ayunan secara otomatis ini dibagi menjadi beberapa bagian yaitu sensor, pewaktu, pencacah, penunda data, memori, pembagi dua, pembanding, dan penampil. Pada alat ini digunakan dua buah sensor. Sensor pertama sebagai sensor perioda dan sensor yang kedua sebagai pembatas sudut atau sensor sudutnya.

Pewaktu merupakan bagian terpenting dari alat ukur perioda ayunan matematis karena pewaktu sangat menentukan kepresisian alat. Maka digunakan frekuensi pewaktu 1kHz, dengan nilai frekuensi tersebut dapat diambil satuan milidetik serta dapat diperbesar maupun diperkecil untuk mendapat ketelitian yang berbeda. Tegangan yang yang digunakan sesuai dengan tegangan IC TTL (*Transistor-Transistor Logic*) yaitu 5V, sehingga frekuensi dapat ditentukan sesuai dengan kebutuhan.

3.1 Skema



Gambar 3-1 Skema blok alat

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

- Set periode untuk memasukan jumlah ayunan yang kita inginkan
- Saklar digunakan sebagai set jumlah periode yang akan dimasukan kememori
- Penampil periode guna menampilkan cacahan dari pencacah periode
- Tombol input periode untuk memasukan data yang ada di pencacah periode ke dalam memori
- Memori untuk menyimpan informasi dari pencacah periode
- Pembanding untuk membandingkan jumlah masukan data yang ada di pencacah periode dan memori
- Gerbang AND untuk menyeragamkan masukan dari pewaktu dan dari sensor
- D flip-flop sebagai penunda data masukan yang pertama
- Pembagi dua fungsinya membagi dua frekuensi dari sensor

3.2 Prinsip Kerja

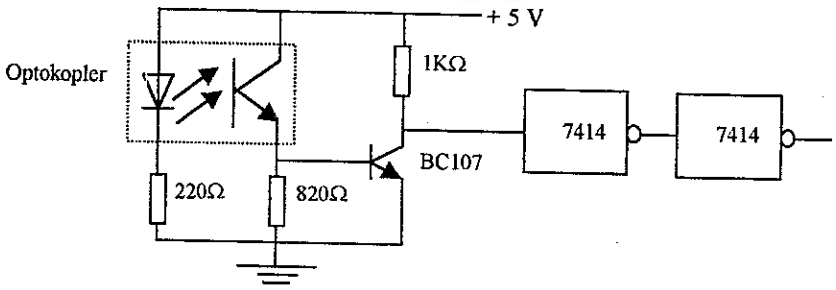
Prinsip kerja dari alat ukur periode ayunan matematis adalah dengan pembatas sudut yaitu mengukur waktu yang diperlukan selama ayunan pertama hingga ayunan terakhir, dengan membatasi sudut ayunan yang diinginkan. Jika sudut masih lebih besar dari batas sudut maksimum maka alat ini akan tereset sendiri secara otomatis. Pencacahan akan melakukan cacahannya bila sudut ayunan lebih kecil atau sama dengan sudut maksimum yang diinginkan. Ayunan yang dihasilkan oleh bandul dideteksi oleh dua buah sensor (*optocoupler*) yang digunakan untuk menghitung banyaknya ayunan dan menentukan besar batas maksimum sudut ayunan. Hasil keluaran optokopler yang berlogika 1 dan 0 digunakan sebagai pulsa (klok) cacahan yang besarnya tergantung dari perioda.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Pulsa ini dimasukkan ke pencacah, dan hasil cacahannya (*counter)* dibandingkan dengan suatu nilai yang telah ditentukan sebelumnya pada memori. Apabila nilai pada pencacah telah sama dengan nilai pada referensi yang telah ditentukan, maka secara otomatis alat ini akan menghentikan pewaktu sekaligus cacahannya.

3.3 Sensor

Optokopler ini 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 maka diperlukan suatu rangkaian berupa transistor yang dipasang sebagai saklar. Untuk menghilangkan derau digunakan gerbang NOT Schmitt agar dapat memastikan keluaran berlogika rendah atau tinggi. 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 ini dapat dilihat pada gambar 3-2.

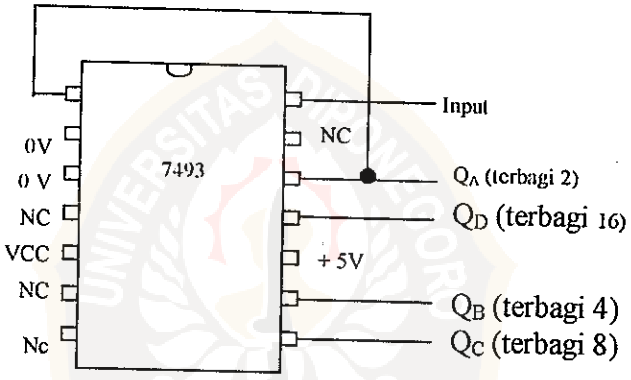


Gambar 3-2 Sensor cahaya optokopler ayunan matematis

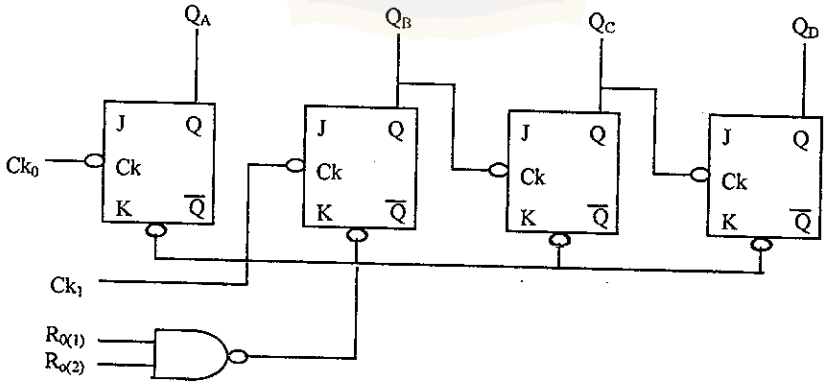
This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

3.4 Rangkaian IC 7493 sebagai pembagi

Dalam satu periode, sensor dilalui dua kali oleh tali maka agar dapat menghitung periode dibutuhkan rangkaian yang dapat membagi dua frekuensi dari sensor. Dalam perancangan ini digunakan 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 dan diagram blok IC 7493 dapat dilihat pada gambar 3-4.



Gambar 3-3 IC 7493 yang digunakan sebagai pembagi 2



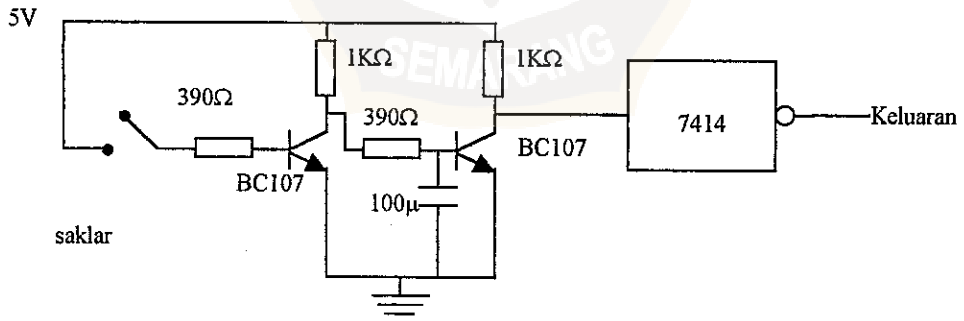
Gambar 3-4 Diagram blok IC 7493

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

3.5 Saklar untuk set data ke memori

Saklar 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 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

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

3.6 Rangkaian 7490 sebagai pencacah modulo 10

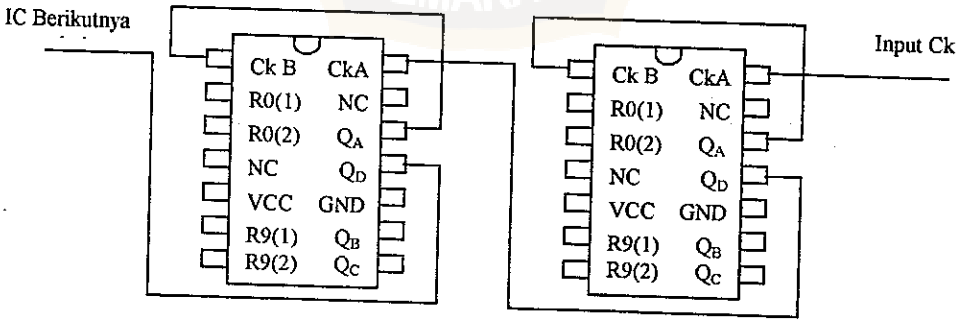
Dalam alat ini digunakan rangkaian IC 7490 yaitu suatu pencacah modulo 10 yang mempunyai cacahan 0000 (0) sampai 1001 (9) yang bekerja secara tak sinkron (asinkron). Dalam alat ini ada dua macam pencacah :

3.6.1 Pencacah perioda

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

3.6.2 Pencacah waktu

Pencacah waktu disusun dengan 6 buah IC 7490, sehinga 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 3-6.



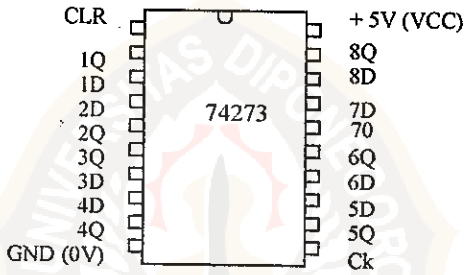
Gambar 3-6 IC 7490 sebagai pencacah modulo 10

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

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 3-7.

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.



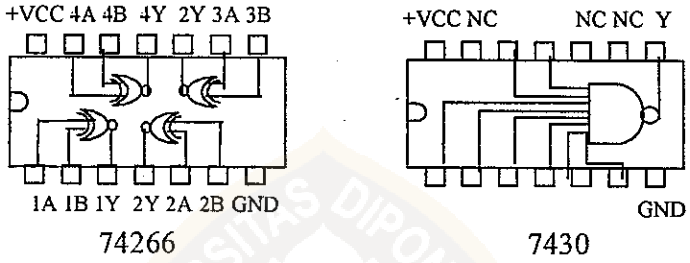
Gambar 3-7 IC 74273 sebagai memori 8 bit

3.8 Rangkaian IC 74266 dan 7430 sebagai pembanding.

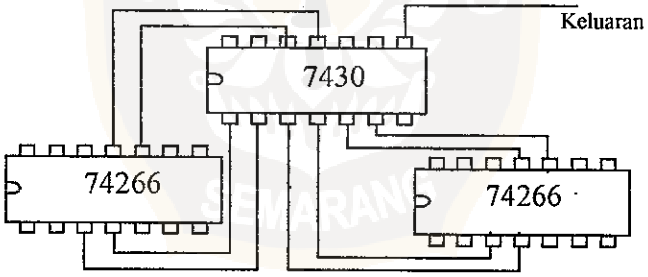
IC 74266 adalah sebuah IC yang didalamnya terdapat 4 buah gerbang EXNOR bagan IC-nya dapat dilihat pada gambar 3-8, rangkaian EXNOR digunakan untuk membandingkan bit yang dicacah dengan bit yang ada dalam memori. Dalam perancangan ini dibutuhkan 8 buah EXNOR, jadi digunakan dua buah IC 74266.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

IC 7430 adalah sebuah IC yang didalamnya terdapat NAND delapan input. Bagan IC-nya dapat dilihat pada gambar 3-8. IC ini digunakan untuk menyatukan keluaran dari bit-bit pembanding pada EXNOR dari 8 keluaran menjadi keluaran tunggal. Keluaran ini nantinya digunakan sebagai penghenti klok 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 3-9.



Gambar 3-8 Bagan IC 74266 dan IC 7430



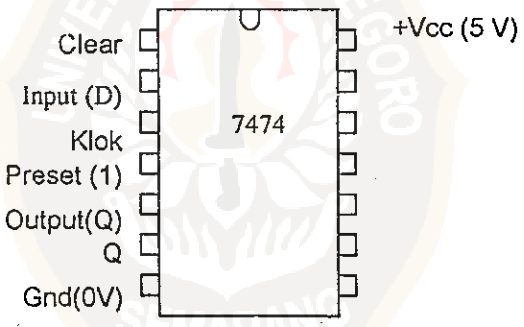
Gambar 3-9 IC 74266 dan IC 7432 sebagai pembanding.

3.9 Rangkaian IC 7474 sebagai penunda data

Ic 7474 adalah sebuah Ic yang berisi dua buah D flip-flop, D flip-flop ini nantinya digunakan sebagai penunda data masukan yang pertama atau sebagai

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

penahan data yang pertama. Adapun 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), dan setelah mendapatkan 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, adapun bentuk diagram penyambungnya dapat dilihat pada gambar 3-10.

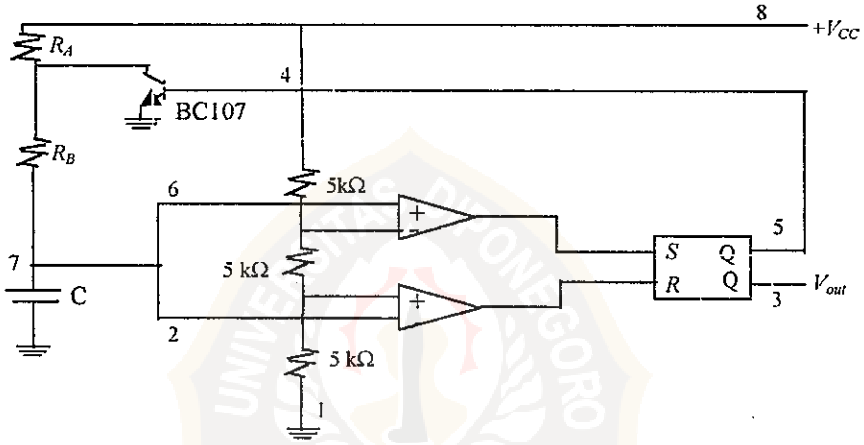


Gambar 3-10 Rangkaian IC 7474 sebagai memori

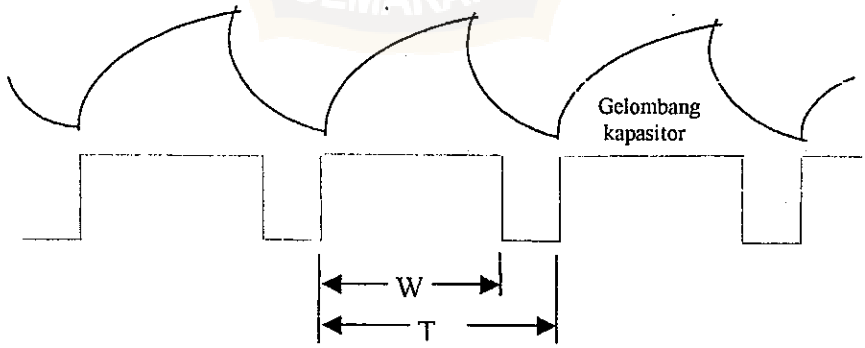
This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

3.10 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 ini digunakan resistor dengan toleransi 1%, sehingga frekuensi yang keluar dari IC 555 ini keluar dengan frekuensi yang konstan dan tidak berubah-ubah walaupun digunakan dalam waktu yang relatif lama.



Gambar 3-11 Pewaktu 555 yang dipasang sebagai multivibrator astabil



Gambar 3-12 Bentuk gelombang kapasitor

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Gambar 3-11 mengambarkan bila Q rendah, transistor putus dan kapasistor diisi melalui resistansi total R_A+R_B oleh karenanya, tetapan waktu pengisian adalah $(R_A+R_B)C$. Pada saat kapasistor diisi, tegangan ambang naik. Akhirnya tegangan ambang melebihi $2V_{CC}/3$; maka pembanding atas mempunyai keluaran tinggi, dan mengeset flip-flop. Dengan Q tinggi, transistor dan mentanahkan penyemat 7. Sekarang kapasistor dikosongkan melalui R_B. Dengan demikian, tetapan waktu pengosongan adalah R_BC. Bila tegangan kapasistor sudah turun sedikit dibawah V_{CC} pembanding bawah mempunyai keluaran tinggi dan mereset flip-flop.

Gambar 3-12 mengambarkan bentuk-bentuk gelombangnya. Pewaktu mempunyai tegangan yang naik dan turun secara eksponensial. Keluarannya berbentuk gelombang segiempat. Karena tetapan waktu pengisian lebih lama daripada tetapan waktu pengosongan, jika keluaran tidak simetri keadaan keluaran yang lebih tinggi lebih lama daripada keadaan keluaran yang rendah.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)