

ALAT UKUR FREKUENSI DIGITAL DENGAN SISTEM PEMEGANG

Moch. Hari Purwiantoro¹

Abstraksi

Umumnya didalam pengukuran dibutuhkan suatu instrumen sebagai suatu cara fisis untuk menentukan suatu besaran (kuantitas) atau variabel. Instrumen tersebut membantu meningkatkan ketrampilan manusia dan banyak hal memungkinkan seseorang untuk menentukan nilai dari suatu besaran yang tidak diketahui. Tanpa bantuan instrumen tersebut, manusia tidak dapat menentukannya.

Dengan demikian, sebuah instrumen dapat didefinisikan sebagai alat yang digunakan untuk menentukan nilai atau kebesaran dari suatu kuantitas atau variabel. Bagi yang senang berkecimpung dalam dunia elektronika, terutama dalam bidang yang berhubungan dengan frekuensi, tentu akan mengalami kesulitan bila hendak mengetahui secara pasti berapa frekuensi dari alat yang digunakan, atau yang dibuat. Misalnya dalam sebuah pemancar, mungkin saja frekuensinya ditentukan dari perhitungan (misalnya dari frekuensi resonansi untai LC) atau bagian yang lain. Tetapi tidak jarang terjadi, setelah dipasang ternyata frekuensinya tidak sesuai dengan hasil perhitungan sebelumnya. Untai itu perlu diukur lagi dengan menggunakan osiloskop atau pencacah elektronik. Karena osiloskop untuk frekuensi tinggi cukup mahal dan sulit untuk mengukur sinyal dengan frekuensi sangat rendah, maka untuk itu perlu menggunakan universal counter, dalam hal ini pencacah elektronik atau pencacah frekuensi.

Kata kunci : Untai/rangkaian, instrument, frekuensi

¹ Staff Pengajar AMIK AMIKOM CIPTA DARMA Surakarta

1. Pendahuluan

Dengan berkembangnya tehnik elektronika maka kebutuhan akan Pencacah Frekuensi semakin terasa. Terutama dalam bidang yang berhubungan dengan frekuensi, tentu akan mengalami kesulitan bila hendak mengetahui secara pasti berapa frekuensi dari alat yang digunakan atau yang dibuat. Untuk itu perlu adanya unit ukur Pencacah Frekuensi, dimana fungsi alat tersebut adalah suatu alat ukur yang dibuat untuk mencacah (mengukur) frekuensi dari berbagai isyarat listrik.

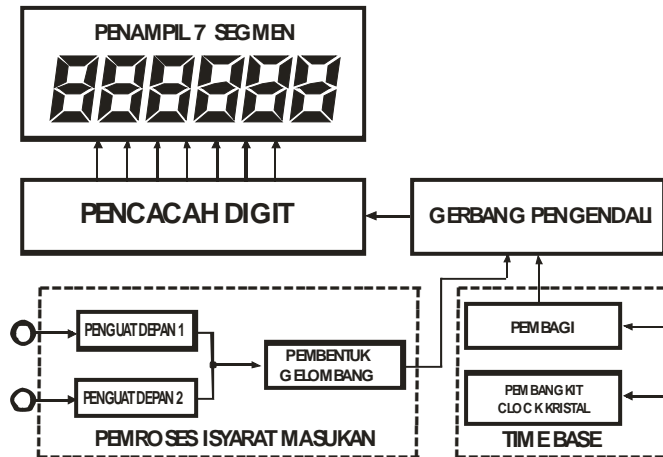
Mungkin pernah dibuat untai osilator dan mendapatkan kesulitan untuk menentukan tinggi frekuensinya. Mungkin juga dihabiskan banyak waktu untuk mencoba-coba memperoleh frekuensi yang dikehendaki. Pencacah frekuensi ini akan membantu dalam menghadapi persoalan diatas. Alat ukur ini dapat menunjukkan berapa frekuensi yang sebenarnya.

Dengan kemajuan teknologi kini sudah dapat dibuat pencacah frekuensi dalam satu chip IC yang kecil, tetapi kali ini yang digunakan adalah IC jenis TTL yang mudah didapat, murah dan akurat.

2. Pembahasan

Blok diagram alat ukur frekuensi

Blok diagram dari alat ukur frekuensi ini terlihat pada gambar 1. Alat ukur ini mempunyai dua masukan, yaitu masukan 1 untuk mengukur frekuensi yang rendah dan masukan 2 untuk mengukur frekuensi tinggi.



Gambar 1: Blok diagram alat ukur frekuensi

Isyarat masukan yang hendak diukur frekuensinya terlebih dahulu dikuatkan oleh penguat, sehingga isyarat-isyarat tegangan bolak-balik yang sangat kecil masih memungkinkan untuk diukur frekuensinya oleh alat ini. Setelah melewati penguat depan kemudian diteruskan ke bagian pembentuk gelombang.

Pada bagian ini isyarat masukan (tegangan bolak-balik) yang bukan berbentuk denyut akan diubah oleh untai sehingga setelah keluar dari bagian ini, isyarat tadi akan diubah menjadi sederetan denyut dengan frekuensi yang sama dengan frekuensi masukan. Isyarat-isyarat yang sudah berbentuk denyut-denyut, kemudian diteruskan ke bagian gerbang pengendali. Bagian gerbang pengendali selain mendapat denyut dari pembentuk gelombang juga mendapat masuk dari untai dasar waktu (*time base*).

Kerjanya mudah saja, misalnya untai dasar waktu mempunyai frekuensi 1 Hz. Isyarat tegangan bolak-balik yang akan diukur mempunyai frekuensi 100 Hz. Maka setiap satu denyut dari untai dasar waktu, akan meluluskan sebanyak 100 denyut yang berasal dari isyarat masukan. Denyut-denyut ini selanjutnya diteruskan ke untai pencacah. Setelah dicacah kemudian ditampilkan oleh 7 segmen,

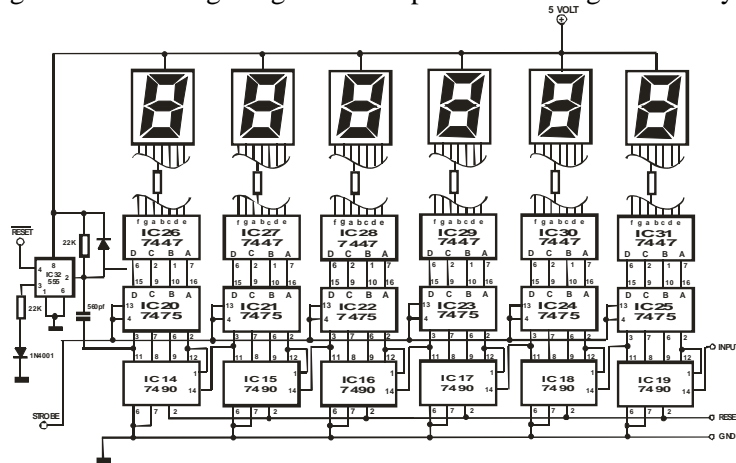
maka pada penampilpun akan menampilkan angka 000100. Ini berarti tegangan bolak-balik yang sedang diukur mempunyai frekuensi 100 Hz.

Untai alat ukur frekuensi

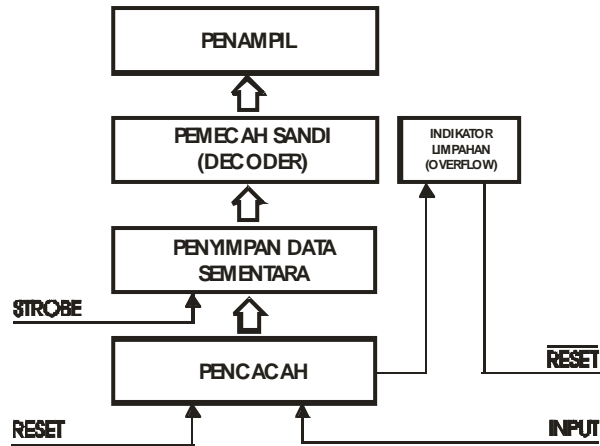
Untai dari alat ini dapat dibagi beberapa bagian, dimana tiap bagian mempunyai fungsi yang berkaitan dengan bagian yang lain. Pada gambar berikut terlihat untaian-taiian tiap-taiian bagian.

Untai pencacah digit dan penampil

Untuk dapat mencacah denyut-denyut yang berasal dari gerbang pengendali diperlukan sebuah untaian pencacah digit. Dan untuk mengetahui hasil cacahannya, maka perlu ditampilkan dalam bentuk-bentuk angka-angka desimal oleh penampil 7 segmen. Skema pencacah Digit dan Penampil selengkapnyaa diperlihatkan pada gambar 2. Sedangkan gambar 3 diperlihatkan diagram bloknya.



Gambar 2. Skema lengkap pencacah digit dan penampil 7- segmen



Gambar 3. Diagram blok bagian pencacah digit dan penampil 7-segmen

Bagian pencacah

Pada bagian ini terdiri dari IC₁₄ sampai dengan IC₁₉, 7490 (gambar 2) yang mempunyai tugas mencacah denyut-denyut masukan yang akan diukur frekuensinya, yang berasal dari gerbang pengendali. IC₁₉ adalah untuk memcacah angka satuan, IC₁₈ angka puluhan, IC₁₇ angka ratusan, IC₁₆ angka ribuan, IC₁₅ angka puluhan ribu dan IC₁₄ angka ratusan ribu. Hasil cacahan sebelum ditampilkan disimpan dulu pada bagian penyimpanan data sementara. Prinsip kerja dari bagian pencacah ini adalah : Isi dari pencacah ini akan dinyatakan dalam binary yang dapat dilihat pada pin 12, 11, 8 dan 9. Harga maksimum dari isi pencacah ini adalah 9. Maka pada denyut kesepuluh isi pencacah ini akan kembali menjadi 0. Jadi penunjukan maksimum pada keluaran dari pencacah ini adalah 1001 (dalam binary). Itulah sebabnya maka pencacah ini disebut Pencacah Dekade.

Pada denyut masukan yang kesepuluh maka seluruh keluaran dari pencacah (counter) ini akan turun lagi ke logika 0, termasuk bit yang ke-4, yang digunakan untuk meng-clock pencacah dekade yang

berikutnya. Demikian seterusnya sehingga keluaran dari IC₁₅ akan meng-clock IC₁₄. Keluaran dari IC₁₄ ini kemudian digunakan untuk meng-clock IC₃₂ yang akan menyalakan indikator limpahan.

Bagian penyimpanan data sementara

Penyimpanan data sementara yang digunakan adalah IC flip-flop data berempat tipe 7475. Bagian ini dilengkapi masukan Latch (lihat gambar 2) yang akan diaktifkan oleh denyut yang berasal dari gerbang pengendali. Bagian penyimpanan data sementara sesuai namanya berfungsi untuk menyimpan data yang berasal dari pencacah sebelum data ini ditampilkan oleh penampil.

Bagian pemecah sandi

Terdiri dari IC₂₆IC₃₁ (gambar 2), yaitu IC pemecah sandi tipe 7447. Hasil cacahan yang berasal dari pencacah yang telah diteruskan oleh bagian penyimpanan data sementara adalah masih berupa isyarat-isyarat yang disandikan dalam biner. Supaya hasil cacahan ini dapat dimengerti oleh operator (yang biasa bekerja dengan bilangan desimal), maka sebelum ditampilkan terlebih dahulu isyarat-isyarat dalam biner itu diubah oleh bagian pencacah sandi, baru kemudian diteruskan ke penampil tujuh segmen.

Bagian penampil tujuh segmen

Bagian ini terdiri dari enam buah penampil 7-segmen tunggal anoda, yaitu LD₁..... LD₆. Bagian penampil tujuh segmen bertugas untuk menampilkan hasil cacahan dalam bentuk angka-angka desimal.

Bagian indikator limpahan (over flow)

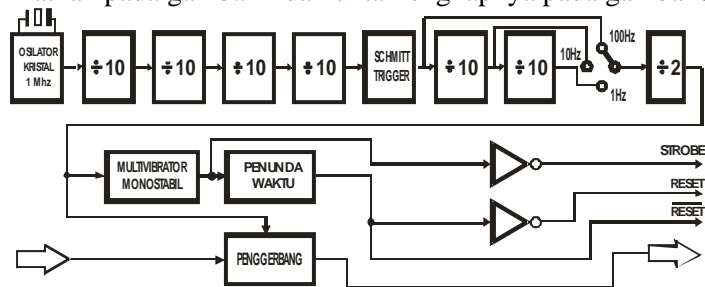
Terdiri dari IC pewaktu 555 (IC₃₂) dan beberapa komponen yang ada disekitarnya. Bagian ini bertugas untuk memberikan indikator limpahan (over flow), apabila frekuensi yang diukur melebihi 999999. Pada frekuensi ini pin dari IC₁₄ akan mengeluarkan denyut-denyut. Selanjutnya denyut-denyut ini diteruskan ke pin 2 dari IC₃₂ (555) dengan melalui C₁₀ (lihat gambar 2), sehingga IC 555

diaktifkan dan akibatnya LED D₁₀ menyala. Untuk mematikan LED D₁₀, jalan masuk RESET (pin 4 IC 555) harus diaktifkan.

Untai dasar waktu dan gerbang pengendali

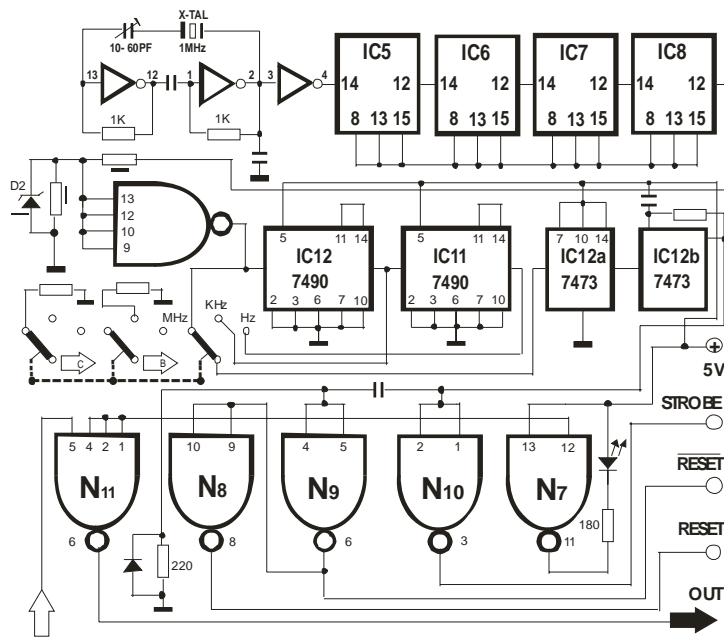
Untuk mengendalikan untaian pencacah digit diperlukan denyut-denyut yang berasal dari untaian gerbang pengendali. Pada bagian ini akan dijelaskan untaian gerbang pengendali, sekaligus dengan untaian dasar waktunya.

Skema blok untaian dasar waktu dan untaian gerbang pengendali diperlihatkan pada gambar 4 dan untaian lengkapnya pada gambar 5.



Gambar 4 : Diagram blok untaian dasar waktu dan gerbang pengendali

Secara singkat kerjanya untaian dapat dijelaskan sebagai berikut. Sebagai frekuensi dasar waktu diambil dari pembangkit frekuensi yang terdiri dari osilator kristal dengan dua gerbang NOT, yang menghasilkan frekuensi 1MHz, frekuensi tersebut dibagi beberapa IC pembagi 10 sehingga diperoleh frekuensi sebesar 100 Hz. Dan apabila dasar waktu diambil dari denyut-denyut yang berasal dari penyearah jembatan, yang mempunyai frekuensi 100 Hz, tetapi bentuknya bukan kotak melainkan setengah sinus. Sehingga denyut-denyut ini perlu diubah menjadi denyut-denyut berbentuk blok, dalam untaian sudah ada fasilitas itu, yaitu untaian pemacu schmitt N6. D2 dalam untaian ini diperlukan untuk membatasi puncak denyut agar tidak melebihi 4,7 Volt (gambar 5).



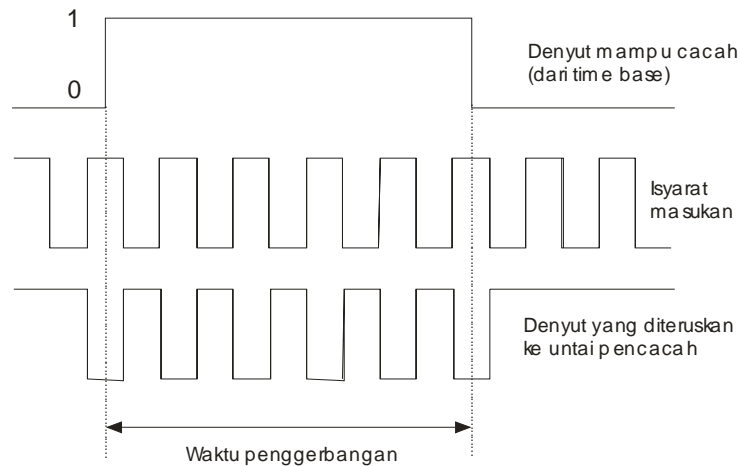
Gambar 5 :Untai lengkap dasar waktu dan gerbang pengendali

Keluaran pemacu schmitt N6 (kaki 8 IC₉) diteruskan ke IC₁₀ dan IC₁₁, yang masing-masing merupakan pembagi 10. Sehingga keluaran dari kaki 12 IC₁₀ diperoleh denyut dengan frekuensi 10 Hz dan kaki 12 IC₁₁ diperoleh frekuensi 1 Hz.

Pemilihan untuk pembacaan Hz, KHz dan MHz dipilih oleh saklar S_{1a} . Frekuensi dasar waktu untuk pembacaan Hz adalah 1 Hz, untuk KHz adalah 10Hz dan untuk MHz adalah 100Hz (dalam hal ini ditandai dengan titik desimal pada digit ke 2 untuk KHz dan pada digit ke 4 untuk MHz dari penampil).

Selanjutnya frekuensi dasar yang telah dipilih oleh S_{1a} (yang berupa denyut-denyut berlogika 1 dan 0) diteruskan ke untai pembagi 2, yaitu IC 12a, sehingga diperoleh denyut dengan waktu setengah periode 1 detik, 10 detik atau 100 detik (denyut dengan logika 1 detik, 10 detik atau 100 detik, tergantung posisi S_{1a}).

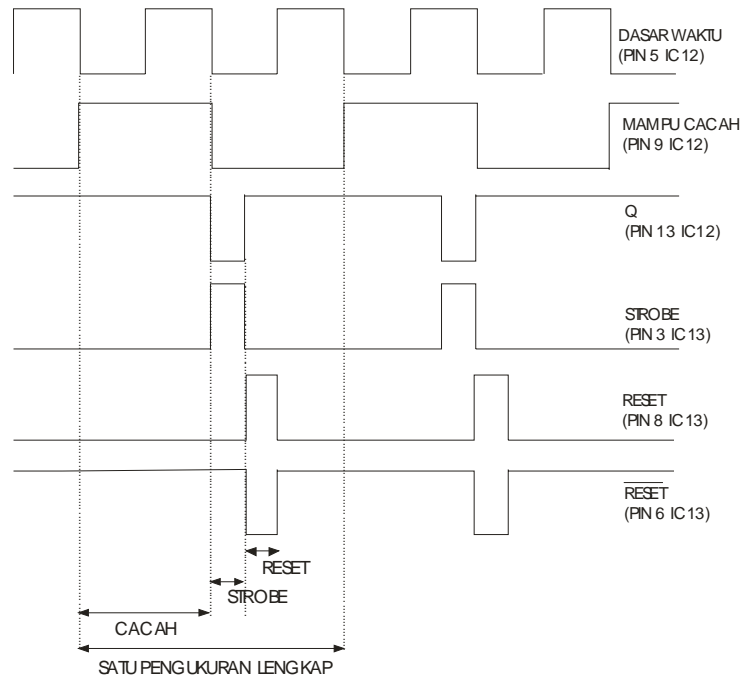
Kemudian denyut-denyut ini ditentukan ke untai penggerbang (gerbang N7). Denyut-denyut ini akan mengaktifkan untai penggerbang selama denyut ini berlogika 1 (gambar 6)



Gambar 6 : Diagram Waktu dari Untai Gerbang Pengendali.

Selama untai penggerbang aktif, isyarat masukan yang akan diukur frekuensinya (dari pemroses isyarat masukan) akan diluluskan oleh untai penggerbang dan diteruskan ke untai pencacah digit untuk dihitung frekuensinya. Setelah denyut dari untai dasar waktu (kaki 9 IC12a) berlogika 0, maka untai penggerbang N7 menjadi tak aktif.

Bersamaan dengan itu untai *multivibrator monostabil* IC12b (berupa flip-flop JK) diaktifkan. Karena keluarannya diambil Q (kaki 13 IC12b), maka dari *multivibrator* ini dihasilkan denyut pendek berlogika 0 (gambar 7)



Gambar 7. Diagram Waktu Satu Pengukuran Lengkap

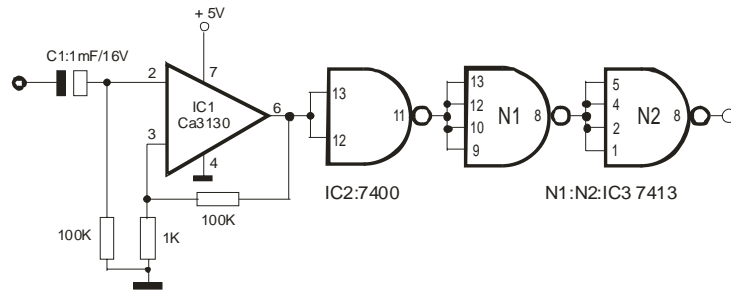
Selanjutnya denyut ini dijungkirkan (menjadi logika 1) oleh N8 dan dipakai untuk mengaktifkan jalan masuk STROBE dari pencacah digit, sehingga denyut-denyut dari isyarat akan diukur frekuensinya yang telah dicacah oleh untai pencacah dan dapat ditampilkan oleh penampil tujuh segmen.

Denyut-denyut dari untai *multivibrator monostabil* juga diteruskan ke jalan masuk $\overline{\text{RESET}}$ dan RESET (setelah melalui

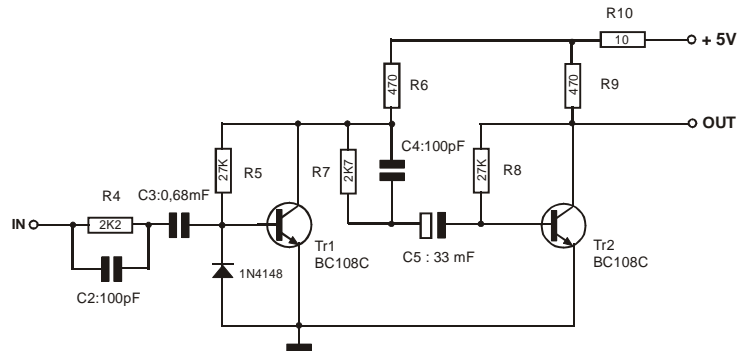
penjungkir), untuk mereset pencacah digit. Untai penunda waktu diperlukan agar sebelum di-reset, hasil cacahan sudah ditampilkan pada penampil tujuh segmen. Diode D3 diperlukan untuk menghubusingkatkan denyut-denyut negative, dan D4 (LED) sebagai indikator yang menunjukkan bahwa untai alat ukur frekuensi ini sedang aktif.

Untai penguat depan (Pre-Amplifier)

Untuk menguatkan isyarat-isyarat masukan dalam pengukuran frekuensi diperlukan penguat depan (Pre-Amplifier). Untai ini dapat dilihat pada gambar 8 dan gambar 9.



Gambar 8. Untai penguat-depan 1



Gambar 9. Untai penguat-depan 2

Pada gambar 8, merupakan penguat-depan yang terdiri dari sebuah operasional Amplifier (op-amp) IC CA3130 dan beberapa komponen luar. Penguat depan ini berfungsi untuk menguatkan isyarat-isyarat masukan berfrekuensi rendah. Kemudian masukan kaki 6 IC1 (CA3130) dimasukkan ke untai Schmitt trigger yang terdiri dari IC2 (7400) dan IC3(7413).

Untuk gambar 9, adalah untai penguat depan untuk frekuensi yang lebih tinggi, yang terdiri dari 2 buah penguat yang bekerja pada klas A yang dihubungkan secara kaskade, untuk pengamanan input maka diantara *base* dari Tr1 dan *ground* (tanah) dipasangkan sebuah diode yang terpasang terbalik sehingga apabila tegangan di *base* dari transistor terlalu rendah maka diode ini akan konduktif dan akan membatasi besarnya tegangan reverse dari *base* ini sebesar $-0,6$ Volt.

Untuk dapat menerima tegangan masukan yang lebih besar maka masukan harus dipasangkan sebuah *attenuator* (penghambat) yang juga terdiri dari tahanan dan kapasitor yang diparalel. Tegangan DC dari masukan dan *base* dari Tr1 diblok oleh suatu kapasitor yang besarnya $0,68 \mu\text{F}$ dengan tegangan kerja sebesar 250 Volt. Untuk menjamin agar tidak ada denyut-denyut dari untai lain yang mengganggu untai penguat depan maka untai catu daya (supply) untuk penguat depan ini diambil 5 Volt dengan menggunakan lowpass filter yang terdiri dari RC filter. Selanjutnya keluaran dari penguat ini diberikan ke salah satu masukan N7 yang merupakan Schmitt trigger

3. Penutup

Berdasarkan hasil percobaan peralatan, maka dapat diambil kesimpulan:

1. Dengan adanya alat ukur frekuensi digital yang direalisasikan dengan menggunakan IC jenis TTL dan CMOS, maka alat ukur ini sangat berguna terutama dalam bidang yang berhubungan dengan frekuensi. Sehingga dengan mudah dapat mengetahui hasil peralatan yang akan diukur frekuensinya.

2. Dalam untai pencacah digital dan penampil yang merupakan bagian dari alat ukur frekuensi ini menggunakan system pemegang IC7475, pada dasarnya IC7475 memegang sementara hasil cacahan IC 7490. Tujuannya adalah untuk menghindari pembacaan yang berkedip-kedip pada saat IC 7490 sedang mencacah.
 3. Rancangan yang dibuat menggunakan referensi dasar waktu diambil dari jala-jala listrik sebesar 100Hz, hal ini sudah memadai untuk berbagai penggunaan, namun agar hasil pencacahan dapat lebih teliti, alat ini menggunakan referensi 1MHz dari sebuah kristal, sehingga hasil pengukuran lebih akurat.
 4. Alat ukur ini, mempunyai kepekaan yang cukup tinggi, dalam hal ini dapat dibuktikan dengan masukan tegangan 0,12 Volt, alat ukur sudah mampu bekerja.
 5. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari percobaan yang dilakukan, alat ukur ini mampu mengukur hingga 35 MHz, sehingga dapat dikatakan bahwa alat ukur ini cukup baik.
-
1. Untuk memilih jangkauan pengukuran frekuensi disediakan beberapa saklar, sehingga dapat dipilih mana yang diinginkan Hz, KHz atau MHz, dimana jangkauan tersebut ditandai dengan titik decimal pada penampil.
 2. Bilamana yang digunakan untuk masukan pada bagian LOW, maka pada frekuensi tertentu (batas kemampuan) penampil akan padam (000000), dalam hal ini perlu dialihkan ke posisi HIGH untuk bisa mengukur frekuensi yang lebih tinggi.
 3. Alat ukur frekuensi digital dengan system pemegang ini dapat dikembangkan menjadi beberapa kegunaan, misalnya dimodifikasi menjadi Volt meter digital, yaitu dengan menambahkan alat *Voltage to Frequency Converter* dan lain-lain.
 4. Apabila diperlukan kemampuan jangkauan pengukuran alat ukur ini dapat diperbesar dengan menambahkan prescaler yang akan membagi frekuensi dari sinyal masukan dengan 10 sehingga mampu untuk mengukur frekuensi sampai 350MHz.

4. Daftar Pustaka

- Cooper.W.D., Electronic Instrumentation And Measurement Techniques, Edisi Kedua, Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, Inc. 1978
- David Bucchlah, Wayne McLahan, Applied Electronic Instrumentation And Measurment, MacMilian Publishing Company, 1992.
- _____, Informasi Praktis Elektronika, Penerbit PT. Multi Media Gramedia Group, Jakarta, 1988
- Malvino, Albert Paul, Prinsip-prinsip Elektronika, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 1994.
- Tokheim. R., Elektronika Digital, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 1995.
- Sofyan H. Nasution, Analisa dan Desain Rangkaian Terpadu Digital, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1987.
- Wasito S, Kumpulan Data Penting Komponen Elektronika, Penerbit Karya Utama, Jakarta, 1985.