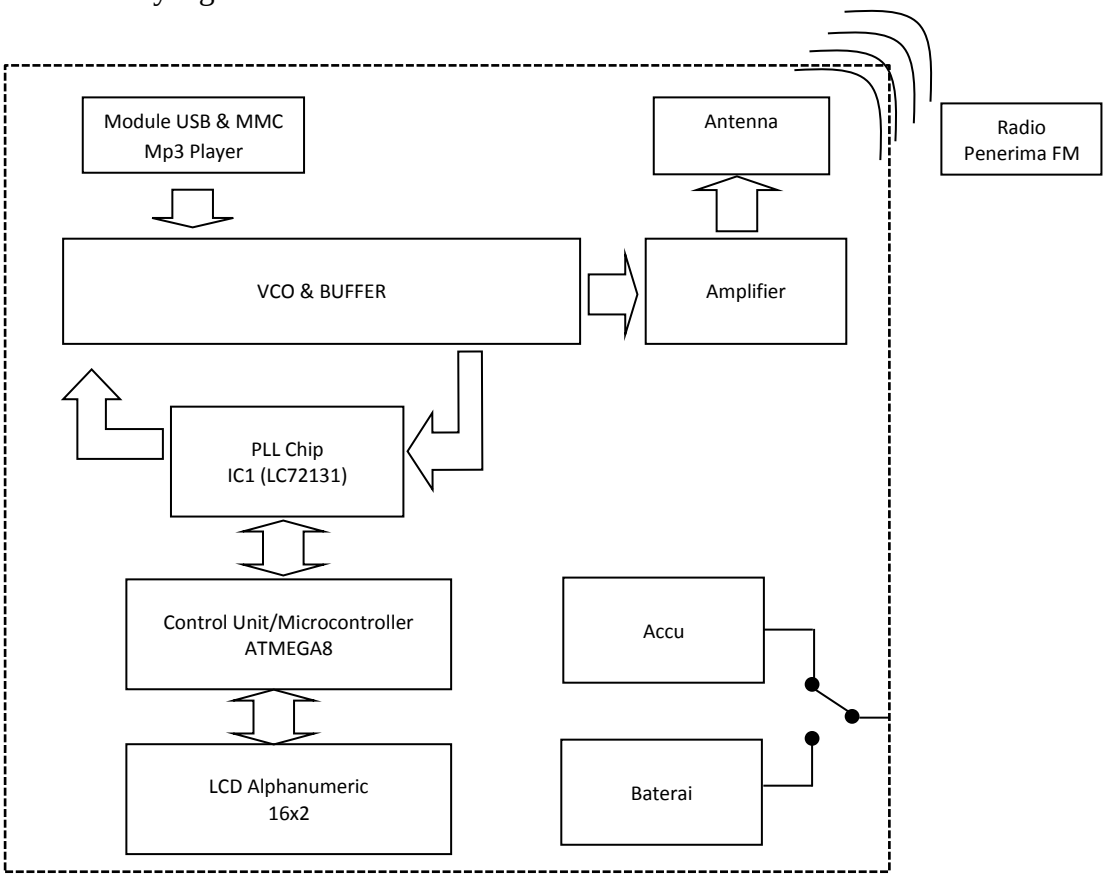
BAB IV

PERANCANGAN ALAT

4.1 Blok Diagram Alat Keseluruhan

Sistem pemancar *FM Portable* yang dirancang ditunjukkan dalam blok diagram seperti yang ditunjukkan **Gambar 4.1**. Sinyal suara berasal dari *USB/MMC*, fekuensi pembawa atau *carrier* ditentukan oleh rangkaian osilator. Sistem secara keseluruhan terdiri dari sumber suara dan pemancar. Pemancar berfungsi mentransmisikan sinyal suara ke receiver dengan frekuensi yang sudah ditentukan.



Gambar 4.1 Blok Diagram Alat Keseluruhan

Tujuan dari pemancar FM adalah untuk merubah satu atau lebih sinyal input yang berupa frekuensi *audio* (AF) menjadi gelombang termodulasi dalam sinyal RF (Radio Frekuensi) yang dimaksudkan sebagai *output* daya yang kemudian diumpankan ke sistem antena untuk dipancarkan. Sistem yang dibangun adalah pemancar *FM* berdaya kecil dengan input dari *USB/MMC* dan *line in audio.* Sumber suara merupakan penghasil sinyal suara yang berasal pemutaran file *MP3* oleh *USB*/*MMC*.

Bagian utama dari pemancar *FM* terletak pada *exciter*. Fungsi dari *exciter* adalah untuk membangkitkan dan memodulasikan gelombang pembawa dengan frekuensi *audio*. Gelombang pembawa yang telah dimodulasi kemudian diperkuat oleh *driver amplifier* ke level yang dibutuhkan oleh *final amplifier*.

Direct modulation merupakan teknik modulasi dimana frekuensi dari osilator dapat diubah sesuai dengan tegangan yang digunakan. Seperti halnya oscilator, disebut *voltage controlled oscilator (VCO)* dimungkinkan oleh perkembangan dioda tuning varaktor yang dapat merubah kapasitansi menurut perubahan tegangan bias reverse.

VCO adalah suatu osilator elektronik dimana frekuensi keluarannya diatur oleh suatu tegangan input *DC* yang diberikan. Kestabilan frekuensi dari osilator *direct modulation* tidak cukup stabil, untuk itu dibutuhkan sistem *PLL* yang menggunakan sebuah kristal osilator stabil sebagai frekuensi referensi. Komponen *PLL* berperan sebagai pengatur frekuensi yang dibangkitkan oscillator lokal untuk dicatukan ke mixer, sehingga frekuensi oscillator menjadi stabil.

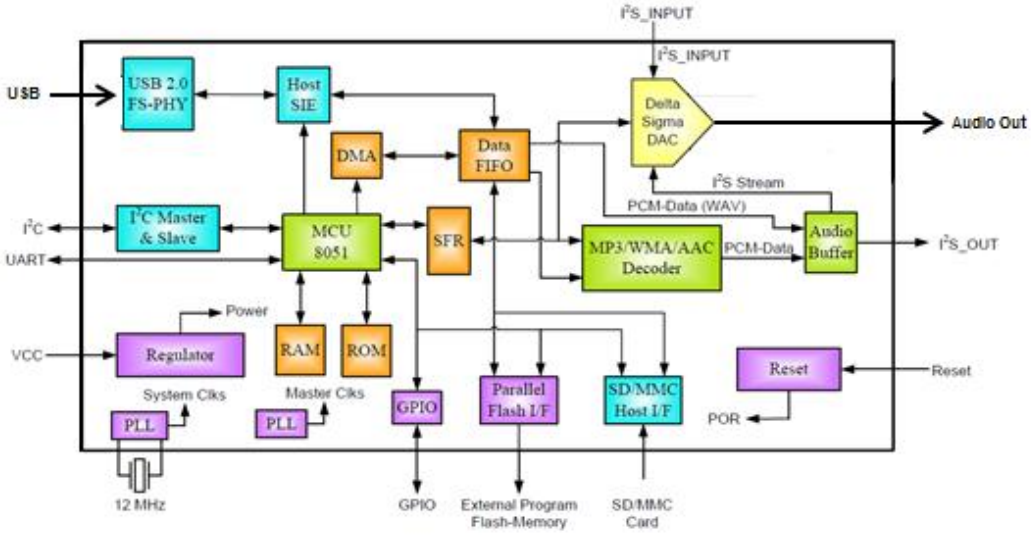
Pemancar yang di rancang menggunakan teknik sistem *PLL* (*Phase-Locked Loop*) untuk menjaga kestabilan frekuensi yang akan dipancarkan. Ketika *PLL* sudah terkunci (*Locked*) maka frekuensi yang dihasilkan oleh osilator akan stabil sesuai dengan frekuensi yang diinginkan. Frekuensi kerja dari pemancar ini akan ditampilkan pada sebuah *LCD alphanumeric* 16x2.

Rangkaian penguat akhir pada sistem *audio* berfungsi sebagai penguat daya, maka dari itu penguat akhir juga disebut sebagai penguat daya. Rangkaian penguat daya terdiri dari penguat tegangan dan penguat arus. Bagian penguat akhir pada sistem *audio* terdiri dari dua bagian yaitu *driver amplifier* berupa rangkaian penguat tegangan dengan penguatan tertentu dan *final amplifier* yang merupakan penguat daya akhir yang siap diumpankan ke antena untuk dipancarkan.

Dalam sistem pemancar *FM Portable* ini juga dirancang rangkaian *RF mute* yang bekerja sebagai *switch* dan berfungsi untuk mematikan penguat ketika frekuensi kerja belum terkunci oleh sistem *PLL* dan akan mengaktifkan penguat apabila frekuensi telah terkunci sehingga frekuensi yang dipancarkan sesuai dengan setpoint. Sedangkan *RF power adjust* dirancang untuk menaikkan atau menurunkan power output pemancar sesuai dengan kebutuhan dilapangan.

4.2 *Module USB* dan *MMC Mp3 Player*

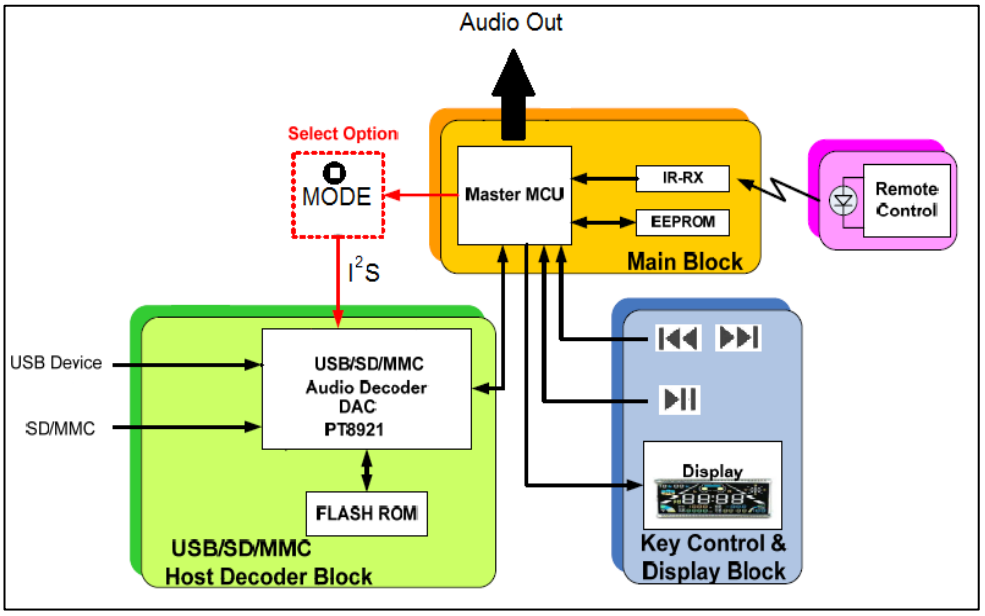
Masukan dari pemancar *FM Portable* ini berupa file musik atau rekaman suara dengan format *MP3* yang berasal dari *USB* atau *MMC*. Untuk dapat membaca format data yang berasal dari *USB* dan *MMC* maka dibutuhkan modul untuk menghubungkan masukan dengan sistem yang dibangun.



Gambar 4.2 Blok Diagram *Module USB* dan *MMC Mp3 Player*

Fungsi IC PT8921 yang terpasang pada modul Mp3 player ini berbasis mikrokontroler 8051. Prinsip kerja dari modul ini Input data diberikan oleh MMC/USB kemudian semua data dikontrol MCU *(Master Control Unit)* yang berbasis mikrontroler 8051. Format data yang telah diolah sedemikian rupa dikirim ke Mp3 dekoder untuk mengembalikan format kode-kode Mp3 kedalam sinyal digital kemudian sinyal digital itu dikonversi menjadi analog dengan menggunakan *Sigma Delta DAC*. Proses konversi sinyal yang dilakukan *Sigma Delta DAC* menggunakan konsep *PWM (Pulse Width Modulation)*. PWM secara umum adalah

sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda. Lebar pulsa tergantung dari data digital input USB/MMC. Output dari DAC berupa sinyal analog stereo.



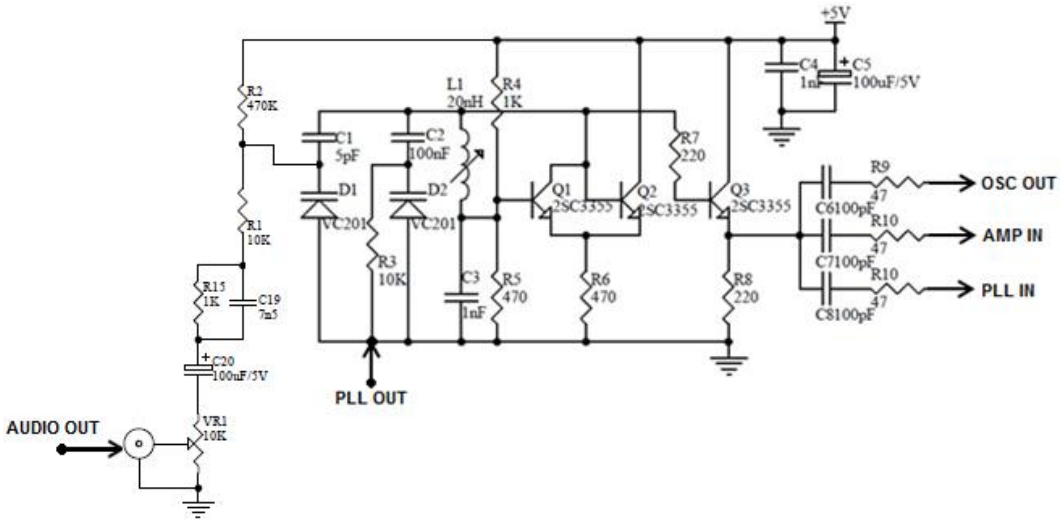
Gambar 4.3 Blok Diagram Fungsional Modul

Modul ini dilengkapi dengan remote kontrol yang berfungsi untuk mengatur perangkat dari jarak jauh dan dot matrix berfungsi sebagai display. Keypad befungsi untuk mengatur *playback* musik dan dilengkapi dengan tombol untuk memilih mode input yang diinginkan.

4.3 *Voltage Control Oscilator* (*VCO*) dan *Buffer*

Proses modulasi yang digunakan adalah modulasi langsung atau *direct modulation* dengan menggunakan *Voltage Control Oscilator*. *VCO* adalah osilator *LC* yang frekuensinya bisa dikendalikan dari tegangan yang diberikan pada varaktornya. Varaktor adalah dioda yang bila diberi tegangan balik akan menjadi kapasitor, dimana nilai kapasitansinya

tergantung dari tegangan yang diberikan padanya. Jadi dengan mengubah tegangan pada varaktor itu, frekuensi *VCO* akan berubah.



Gambar 4.4 Skema Rangkaian *VCO*

Komponen aktif yang digunakan dalam rangkaian VCO ini terdiri dari dua buah transistor Q1, Q2 dan dua buah dioda varaktor D1, D2. Diode varaktor adalah diode yang difungsikan sebagai variable kapasitor dimana kapasitansinya akan berubah sesuai dengan tegangan yg diberikan.

Dalam rangkaian D1 bekerja untuk modulator (input modulasi), D1 akan mengubah-ubah nilai kapasitansinya sesuai dengan sinyal *audio* modulasi yang masuk sehingga frekuensi osilator akan berubah-ubah sesuai dengan sinyal modulasi. D2 untuk mengubah frekuensi yang masuk dari loop PLL (AFC PLL). Dengan perubahan nilai kapasitansi pada D2 maka akan nilai mengubah frekuensi sesuai dengan set point di PLL. Nilai kapasitansi yang berubah akan mengubah frekuensi dengan adanya komponen LC dalam bentuk tank circuit. L1 akan bersama-sama dengan dengan D1 dan D2 membentuk tank circuit.

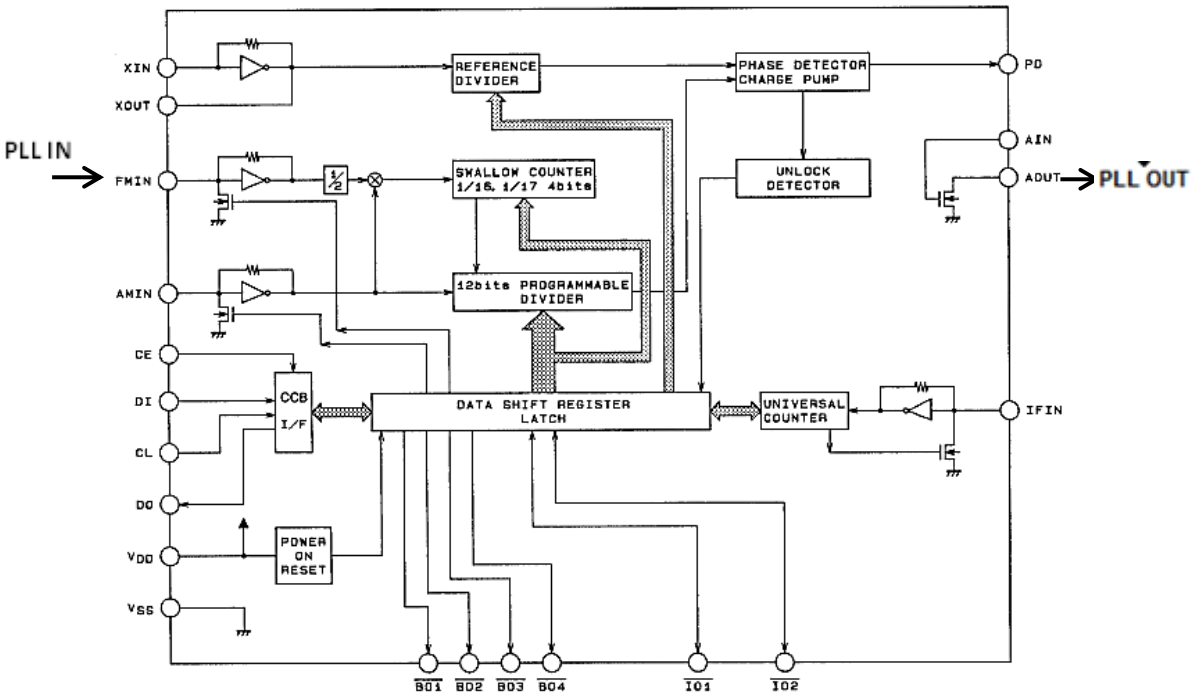
Basic dari osilator ini adalah osilator coolpits yang dimodifikasi dengan cara menggunakan transistor Q1 dan Q2 sebagai *feedback* (biasanya menggunakan kapasitor) kelebihannya lebih stabil dan lebih broadband karena *feedback*nya tidak berubah meskipun bekerja pada frekuensi tinggi. Jika menggunakan kapasitor maka nilai reaktansinya akan mudah berubah dalam frekuensi yang tinggi disebabkan oleh perubahan suhu. VCO ini dikendalikan oleh tegangan yang masuk (2 masukan) dari AFC PLL dan modulasi input. Output dari osilator masuk ke buffer Q3.

Dalam rangkaian ini buffer berada dalam blok yang sama dengan VCO. Sinyal osilator di-*buffer* untuk menjaga agar beban osilator tidak terbebani tahap selanjutnya dengan penguat common collector, output dari buffer dikuatkan oleh *driver amplifier* dan *final amplifier* yang akhirnya dipancarkan melalui antena.

Rangkaian *buffer* ini juga cukup sederhana, dibuat menggunakan komponen aktif transistor yang mudah didapat. Fungsi *buffer* adalah mengurangi beban bagi osilator sehingga frekuensinya relatif stabil. Tanpa rangkaian *buffer* ada kemungkinan frekuensi *VCO* pada saat *zero beat* menjadi bergeser ketika dilakukan *transmit* karena terjadi perbedaan beban dan perubahan besarnya arus yang dibutuhkan oleh rangkaian akhir akan mempengaruhi frekuensi *VCO*. Nilai kapasitor pada input buffer atau berlaku juga untuk output osilator, sebaiknya nilai yang digunakan kecil saja cukup untuk bisa menyalurkan energi RF seminimal mungkin sehingga beban rangkaian berkurang dan frekuensi lebih stabil.

4.4 *Phase Locked Loop* (*PLL*)

PLL adalah suatu sistem umpan balik dimana sinyal umpan balik digunakan untuk mengunci frekuensi. Bentuk sinyal input bisa berupa sinyal sinus atau digital.



Gambar 4.5 Blok Diagram *IC PLL* LC72131

Fungsi dari pin-pin IC LC72131 yang dipakai dalam rangkaian PLL adalah sebagai berikut.

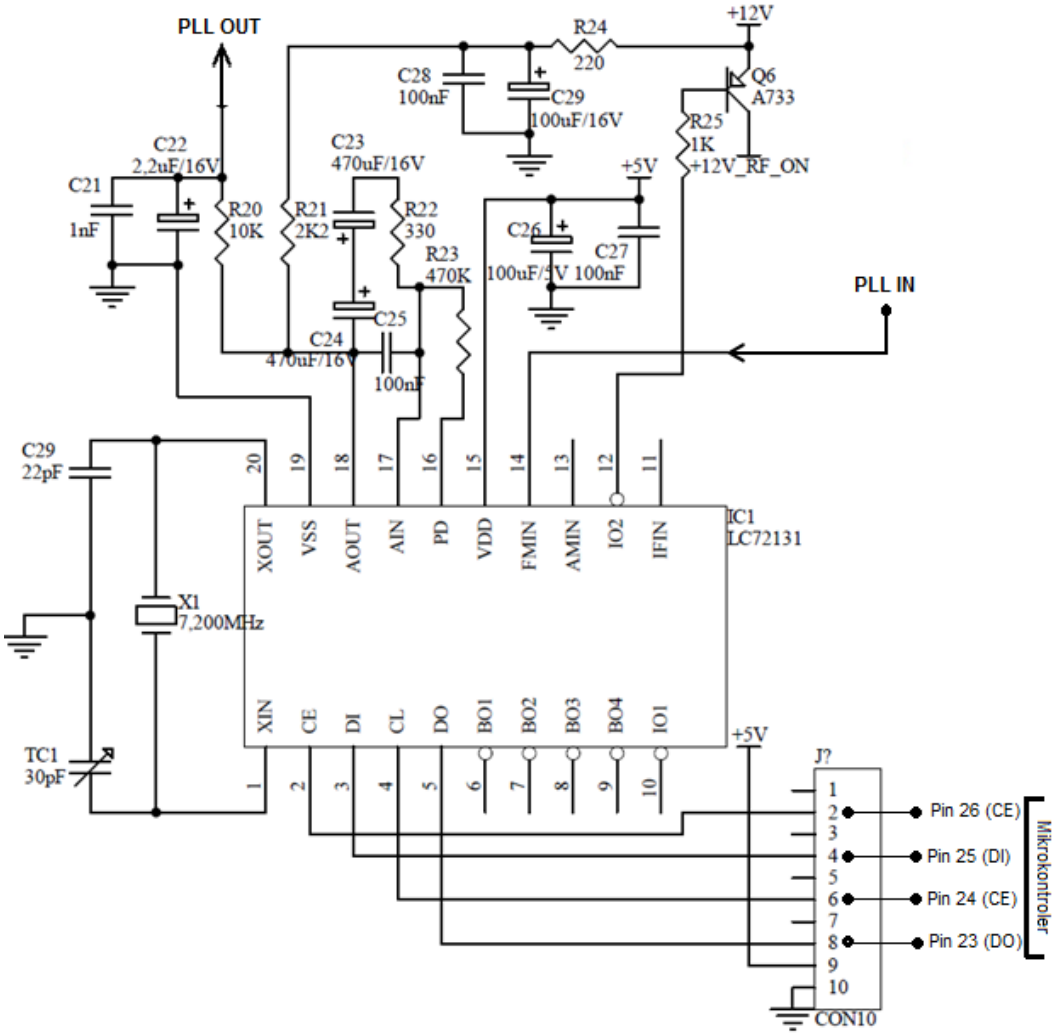
a. VSS (pin 19) sebagai ground
b. XIN (pin 1) dan XOUT (pin 20) berfungsi sebagai koneksi resonator xtal.
c. FMIN (pin) berfungsi sebagai input sinyal dari osilator local. Range input frekuensi berkisar antara 10 – 160 MHz.

d. CE (pin 2) berfungsi untuk mengatur kondisi pin dalam keadaan *high level* ketika memberi input/output data serial.
e. DI (pin 3) berfungsi untuk menerima data serial dari mikrokontroller.
f. DO (pin 5) berfungsi sebagai keluaran data serial dari LC72131.
g. IO2 (pin 12) berfungsi untuk apabila terjadi *power on reset*.
h. PD (pin 16) merupakan keluaran harga PLL.
i. AIN (pin 17) dan AOUT (pin 18) merupakan saluran MOS transistor untuk mengaktifkan *low pass filter PLL*.
j. VDD (pin 15) sebagai input tegangan +5 Volt.

Peran utama dalam PLL dipegang oleh phase detector yang bertugas membandingkan phase input signal dari VCO dengan suatu signal reference dan sebagai outputnya adalah beda phase. Adanya beda phase akan memberikan perbedaan voltage yang selanjutnya, perbedaan voltage tersebut difilter oleh loop filter dan di-applied ke VCO. Kemudian control voltage pada VCO mengubah frekuensi kearah memperkecil perbedaan antara signal reference dengan signal feedback dari VCO. Bila loop menjadi locked, maka control voltage berada pada posisi dimana frekuensi rata-rata signal feedback tepat sama dengan frekuensi reference.

Kemampuan *self-correcting* membuat *PLL* mampu untuk melacak perubahan frekuensi dari sinyal input. Rentang frekuensi dimana *PLL* tetap dalam kondisi terkunci pada suatu sinyal input disebut *lock range*. *Capture range* adalah rentang frekuensi dimana *PLL* bisa melakukan penguncian.

Berikut ini adalah skema rangkaian *PLL* yang dirancang menggunakan *IC PL*L LC72131.



Gambar 4.6 Skema Rangkaian PLL

IC PLL LC72131dikontrol secara serial dengan format *CCB* yang merupakan format pengalamatan data bus standar *SANYO*. Untuk mengontrol *IC PLL* digunakan mikrokontroler ATmega8.

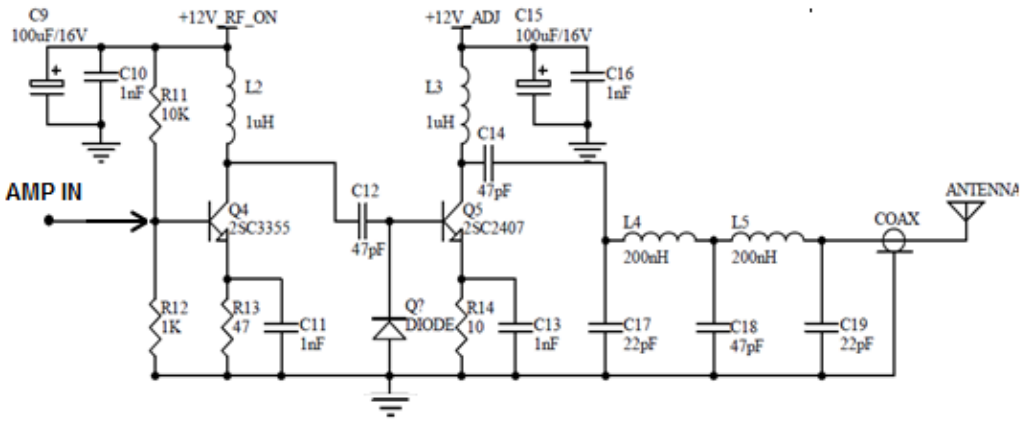
Prinsip kerja sistem *PLL* mula-mula sinyal *RF* yang dibangkitkan oleh *VCO* di-*input* kedalam IC PLL melalui pin 14 (FMIN). Sinyal ini diambil untuk dihubungkan pada *programmable divider*. Nilai *progamable divider* (N) ditentukan oleh input data dari mikrokontroler.

Keluaran dari *progamable divider* adalah *RF*/N, frekuensi ini diumpankan ke *phase detector*. Di samping itu pada *phase detector* juga terdapat masukan yang berasal dari osilator referensi. Frekuensi referensi berkisar 10 KHz. Keluaran *phase detector* merupakan sinyal kesalahan (*error voltage*). Tegangan *error* ini kemudian diintegrasi dengan *LPF* dan menghasilkan tegangan DC murni. Kemudian tegangan DC murni yang dihasilkan dari LPF diumpankan ke input VCO. Tegangan control Vc +5 Volt secara otomatis memaksa *VCO* untuk mengubah frekuensi untuk mengurangi perbedaan antara frekuensi input dan frekuensi output pembagi frekuensi. Jika kedua frekuensi tersebut cukup dekat, mekanisme umpan balik *PLL* memaksa kedua frekuensi input detektor phase menjadi sama dan *VCO* dikunci.

Bila pembagi N diubah, maka *RF*/N juga berubah, beda fasa juga berubah dan tegangan control *Vc* berubah, akibatnya *VCO* menghasilkan frekuensi baru yang berbeda dari frekuensi semula. Bila harga N diubah-ubah maka akan dihasilkan beratus-ratus frekuensi yang stabil. Oleh karena itu, walaupun frekuensi output VCO ini berubah-ubah (sebanding dengan sinyal *audio*), tetapi frekuensi tengahnya akan selalu terkunci oleh sistem PLL. Dengan kata lain, frekuensi pembawa dari sinyal FM dalam sistem PLL adalah tetap (stabil).

4.5 Amplifier

Sistem penguat dikatakan memiliki fidelitas yang tinggi (*high fidelity*), jika sistem tersebut mampu menghasilkan sinyal keluaran yang bentuknya persis sama dengan sinyal input. Hanya level tegangan atau amplituda saja yang telah diperbesar dan dikuatkan. Penguatan yang dirancang ada dua tingkat yaitu terdiri dari driver amplifier dan final amplifier.



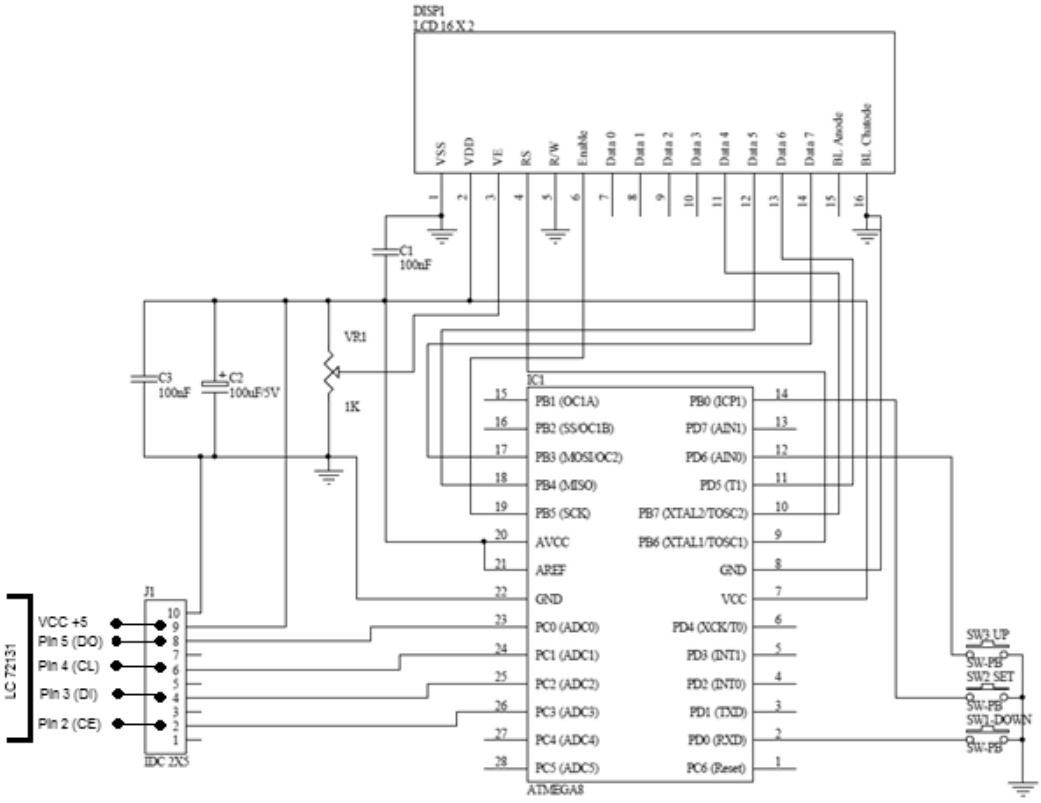
Gambar 4.7 Skema Rangkaian *Amplifier*

Driver amplifier Q4 menggunakan penguat kelas A. Pemilihan kelas A karena untuk mendapatkan penguatan yang linier, karena merupakan penguat sinyal kecil kalau dikerjakan pada kelas C maka tidak akan berkerja. Final amplifier Q5 menggunakan transistor C2407 dikerjakan pada kelas C. Digunakan sebuah diode untuk membuang puncak negatif.

Low pass Filter fungsinya untuk meredam frekuensi yang tidak diinginkan. Frekuensi yang dibawah frekuensi cut off LPF yang akan diloloskan. Tujuannya untuk meredam frekuensi harmonisa yang muncul dari rangkaian ini. LPF di atur pada frekuensi 110 MHz.

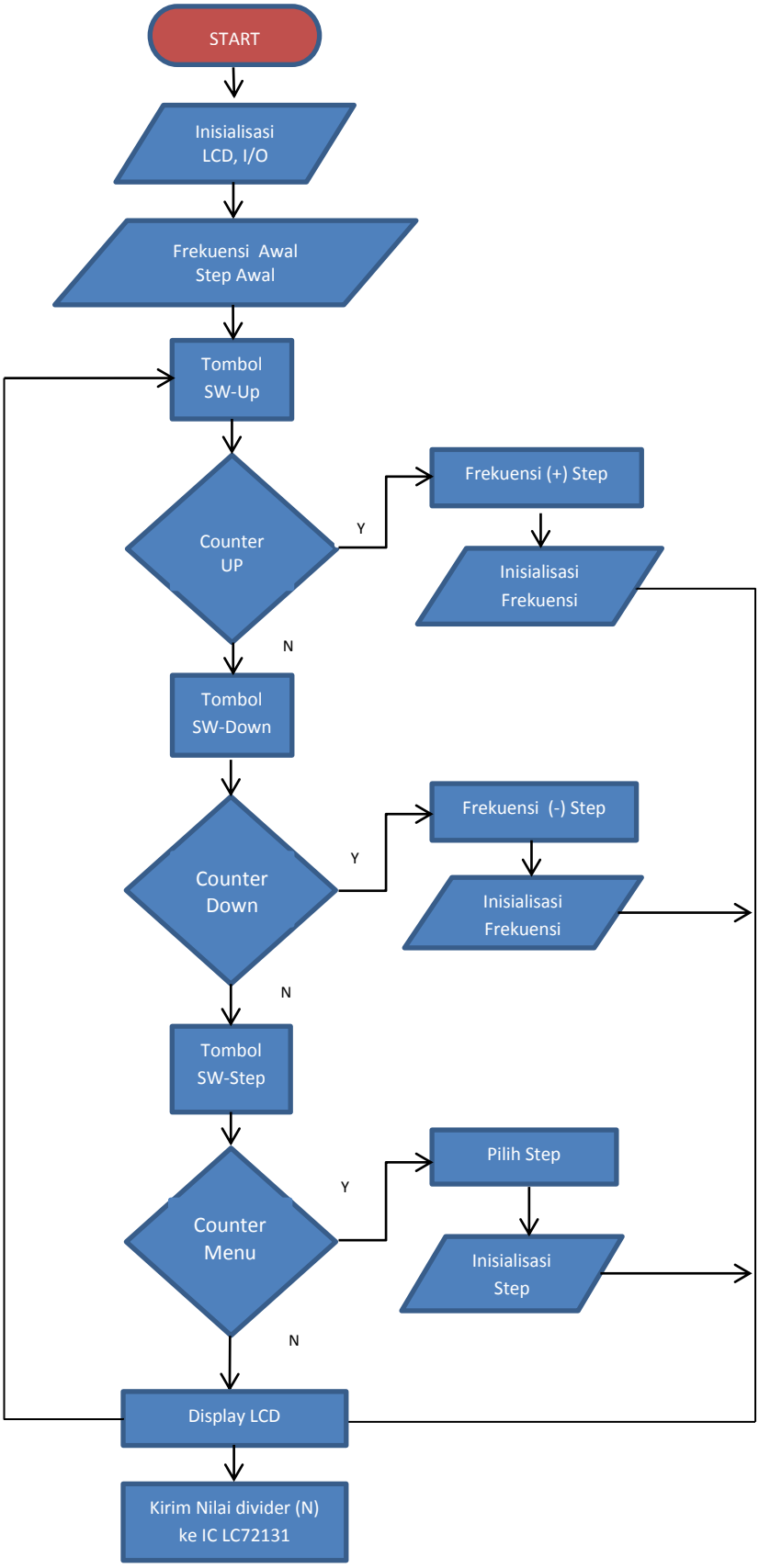
4.6 Rangkaian *Display* dan *Control Unit*

Untuk menampilkan frekuensi yang di kehendaki menggunakan *LCD Alphanumeric* 16X2 dengan pertimbangan bisa menampilkan banyak informasi, banyak tersedia dipasaran, mudah di integrasikan dan harga yang terjangkau.



Gambar 4.8 Skema Rangkaian *Display* dan Control Unit

Untuk mengatur frekuensi kerja maka mikrokontroler dihubungkan dengan IC LC72131 melalui pin PC0, PC1, PC2, dan PC3. Sedangkan untuk mengatur frekuensi setpoint sesuai dengan yang dikehendaki digunakan tiga *push button sw*, yaitu *UP* untuk menaikkan frekuensi, *Down* untuk menurunkan frekuensi, *STEP* untuk memilih besarnya step perpindahan.



Gambar 4.9 Diagram Alir Mikrokontroler

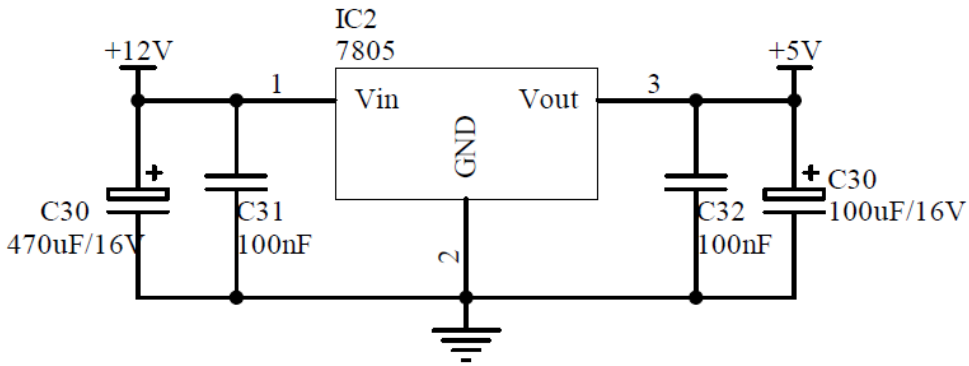
Gambar 4.9 menunjukkan proses kerja mikrokontroler saat mengendalikan frekuensi kerja pada IC LC72131 dan display frekuensi pada LCD. Diagram alir ini menjelaskan cara kerja dari alat. Ketika pertama kali dinyalakan, maka alat akan memulai proses inisialisasi. Kemudian secara otomatis frekuensi setpoint awal sudah tersimpan dan perangkat akan langsung bekerja pada frekuensi awal tersebut.

Untuk mengganti frekuensi set point sesuai dengan yang diharapkan maka harus menekan secara manual pada tombol SW-Up atau SW-Down. Untuk mengganti step perpindahan frekuensi maka harus menekan tombol SW-Step, setelah itu dapat dipilih step perpindahan yang diinginkan. Step perpindahan yang tersedia mulai dari 10 KHz, 100 KHz, 250 KHz, 500 KHz dan 1 MHz. tiap-tiap pemilihan step langsung ditampilkan pada LCD. Setelah step frekuensi ditentukan maka tombol SW-Step harus ditekan sekali lagi untuk mengaktifkan step tersebut.

Setiap perubahan yang diberikan pada IC LC72131 maka sistem *PLL* secara otomatis akan mengubah nilai "N" pada *progamme divider* IC *PLL* sehingga menghasilkan frekuensi baru kemudian sistem *PLL* akan mengunci frekuensi tersebut lalu secara bersamaan frekuensi tersebut dikrim ke amplifier supaya dikuatkan lalu dipancarkan ke *receiver*.

4.7 Catu Daya

Catu daya atau Power Supply adalah rangkaian yang berfungsi untuk menyediakan daya pada peralatan elektronik. Sumber catudaya berasal dari *accu* mobil yang dihubungka melalui *cigarette lighter* atau bersumber dari batu baterai yang dipasangkan pada perangkat tersebut.



Gambar 4.10 Rangkaian Catu Daya

Rangkaian catu daya yang dirancang menggunakan *IC regulator* LM7805 untuk keluaran 5 VDC. Tegangan 5 VDC nantinya akan digunakan untuk sumber rangkaian mikrokontroler dan *IC LC72131* sedangkan tegangan 12 VDC digunakan untuk rangkaian pemancar.