

# Perancangan Low Noise Hydrophone Preamp untuk Pengujian Akustik Noise Propeller

Totok Soedarto<sup>1</sup>, Mochammad Nasir<sup>1</sup>

## Abstrak

Perancangan rangkaian Low Noise Balanced Hydrophone Preamp ini adalah digunakan untuk uji analisis noise yang dihasilkan oleh propeller kapal selam mini yang digunakan untuk berpatroli tanpa diketahui oleh pihak lain. Karena kontribusi penghasil noise terbesar adalah propeller, maka untuk uji analisis noise propeller ini dibutuhkan rangkaian preamp yang mempunyai noise sangat rendah serta mic hydrophone yang ditempatkan dalam cavitation tunnel yang digunakan untuk menangkap sinyal-sinyal noise yang dihasilkan propeller. Perancangan preamp nya berdasarkan konfigurasi diferensial transistor dengan common mode (floating) gain kontrol yang terhubung pada kaki-kaki emitter dari pasangan transistor. Rangkaian differensialnya adalah rangkaian diferensial in dan out, karena itu memerlukan balanced to unbalanced buffer sebagai penyangga keseimbangan untuk rangkaian tahap berikutnya. Rangkaian didesain dengan sederhana tapi memiliki noise yang sangat rendah, bahkan sangat dekat dengan minimum teoritis, serta memiliki penolakan hum (noise rejection) yang tinggi dan dilengkapi variabel gain dengan potensio rotary tunggal

**Kata kunci :** low noise preamp, hydrophone mic, noise rejection

## Abstract

*Circuit design of Low Noise Balanced Mic Preamp hydrophones are used to test the noise generated by the analysis of mini-submarine propeller used to patrol without being noticed by others. Because the greatest contribution noise producer is the propeller, then to test the propeller noise analysis needed preamp circuit that has a very low noise and hydrophone mic that placed in a cavitation tunnel that is used to capture the signals generated by noise propeller. Its preamp design based transistor differential configuration with common mode (floating) gain control that is connected to the emitter legs of the transistor pair. The circuit it self is differential circuit in and out, so it requires a balanced to unbalanced buffers as a buffer to the next stage of the circuit. The circuit is designed with simple configuration but has a very low noise, even very close to the theoretical minimum, and has a high hum rejection (noise rejection) and its equipped with a variable gain single potentiometer rotary.*

**Key words:** low noise preamp, hydrophone mic, noise rejection

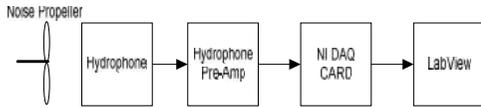
---

## PENDAHULUAN

Salah satu topik penelitian yang dilakukan di Cavitation Tunnel UPT BPPH adalah Rancang bangun dan uji Hidrodinamika Propeller Kapal selam mini yang berefisiensi tinggi dan Noise yang rendah. Tujuan umum dari penelitian ini adalah menghasilkan model propeler dengan level noise yang rendah dan efisiensi yang tinggi. Propeller ini akan dipergunakan pada model kapal selam mini 22 m yang sesuai dengan spesifikasi teknis yang telah dilakukan pada beberapa penelitian sebelumnya. Dengan adanya kapal selam mini ini diharapkan Indonesia dapat menyediakan

teknologi baru yang selanjutnya dapat diterapkan pada aplikasi alutsista hankam laut Indonesia. Riset tentang propeller ini sangat perlu untuk dilakukan, karena penghasil noise yang terbesar dari sebuah kapal selam yang bergerak adalah noise yang dihasilkan oleh propeller tersebut.

Untuk tujuan penelitian tersebut maka perlu dilakukan pengukuran data noise yang dihasilkan oleh sebuah propeller yang berputar, karena itu dibutuhkan sistem akuisisi data untuk mendapatkan data-data yang diinginkan. Pada pengukuran ini diperlukan sistem pengukuran seperti pada gambar 1.



Gambar 1 Blok Diagram Pengukuran Noise propeller

Dari gambar 1 dapat dijelaskan sumber noise yang ditimbulkan oleh putaran propeller di tangkap oleh sensor Hydrophone, output dari hydrophone dimasukkan ke Pre Amp sehingga outputnya bisa dibaca oleh NI DAQ Card dan hasil pengukurannya bisa diamati pada layar monitor dengan menggunakan software labview.

Pada paper ini akan membahas perancangan Low Noise Hydrophone Pre Amplifier yang digunakan pada pengujian akustik noise propeller di cavitation tunnel. Rangkaian didesain dengan sederhana tapi memiliki noise yang sangat rendah, bahkan sangat dekat dengan minimum teoritis, serta memiliki penolakan hum (noise rejection) yang tinggi dan dilengkapi variabel gain dengan potensio rotary tunggal. Desainnya terdiri dari sepasang diferensial transistor dengan common mode (floating) gain kontrol yang terhubung pada kaki-kaki emitter dari pasangan transistor. Penggunaan pasangan transistor dari 2N4403 dan BC549s jauh lebih linier daripada transistor tunggal. Rangkaiannya adalah rangkaian diferensial in dan out, karena itu memerlukan balanced to unbalanced buffer sebagai penyangga keseimbangan untuk memberikan output yang sesuai untuk tahap berikutnya dari saluran sinyal di rangkaian mixer. Untuk mengcover kebutuhan ini bisa digunakan hi-performance op-amp, misal minimal TL071 (atau sejenisnya yang lebih baik) yang memiliki kinerja diferensial gain yang tinggi. Pada tahap ini memiliki gain 6 kali atau 15 dB dan menetapkan tingkat input maksimum sekitar 1,5 volt rms sebelum kliping. Ini sama dengan suatu SPL lebih dari 150dB dengan tipikal mikrofon.

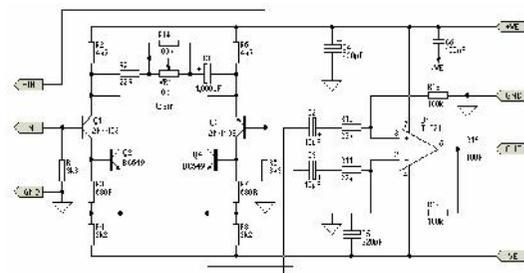
Penguatan (gain) penuh dibuat 1000 kali atau 60dB. Distorsinya sangat rendah sampai tak terukur karena berada di bawah tingkat/level noise-nya pada gain tinggi. CMRR (Common Mode Rejection Ratio) lebih dari 60 dB dan lebih baik daripada kabel mic yang tersedia dimana masalah hum/noise banyak menjadi pertimbangan. Bandwidth-nya melampaui 100kHz, dan tidak ada penekanan RF ditampilkan karena telah terbukti tidak perlu dalam praktek. Impedansi input atau beban pada mic diatur oleh dua resistor 3.3k ohm. Hal ini akan sesuai dengan hampir semua mic dengan impedansi nominal 150 sampai 600 ohm.

## LOW NOISE MICROPHONE PREAMP

Bagian Input stage dikonfigurasi untuk tingkat noise yang rendah, ini berarti pendekatan non IC. Sebenarnya ada beberapa IC khusus yang dapat digunakan untuk mic pre-amp, mereka mengandung sirkuit seperti ini, yang dibuat dalam satu chip. Contohnya adalah SSM2017 (sekarang usang) atau INA103 sebagai pengganti atau yang sejenis.

Untuk gain control digunakan pot 10 kohm. Untuk fungsi ini sebaiknya digunakan potensiometer jenis logaritmik, atau bisa juga digunakan potensiometer jenis multi posisi switch dengan step gain sebesar 6 dB yang meng-cover 60 dB range. Alternative lain bisa juga digunakan standar log pot, tapi pot dikoneksikan "mundur". Dengan demikian ia akan bekerja dengan baik sebagai "Attenuation" bukannya "Gain". Sebagaimana pot diputar searah jarum jam, maka gain berkurang (atenuasi/peredaman meningkat). Karena itu akan terjadi maksimum gain bila pot sepenuhnya diputar anti-searah jarum jam. Perhatikan bahwa ini bukan masalah yang spesifik untuk sirkuit ini - semua preamps mic IC mempunyai masalah yang sama persis.

Untuk pembuatan preamp ini harus digunakan komponen-komponen yang berkualitas baik, gunakan resistor metal film pada bagian kolektor dan emitter dari pasangan input untuk menekan noise yang lebih baik. Dimana jika sebuah resistor memiliki tegangan DC yang signifikan dikenakan dalam sirkuit yang mempunyai gain tinggi selalu gunakan jenis resistor low noise. Resistor metal film adalah pilihan yang terbaik. Hindari penggunaan resistor jenis cermet, glasir logam, dan jenis komposisi karbon. Juga hindari kapasitor jenis tantalum, karena mudah bocor. Kapasitor 100nF (C6) harus dipasang sedekat mungkin ke pin pasokan opamp - dan untuk menekan noise frekuensi tinggi bisa digunakan kapasitor keramik.



Gambar 2 : Low Noise Microphone Preamp

Untuk kapasitor 1000uF dapat digunakan jenis electrolytic dengan rate tegangan antara 10 atau 16 volt. Biasanya tidak ada masalah dengan zero DC bias pada electrolyt modern. Untuk kapasitor electrolyte lainnya minimum harus pada rate tegangan 25.

Merujuk pada spesifikasi teknis yang diterbitkan untuk SSM2017 dalam hal noise, pada uji workshop dari pengukuran preamp setidaknya menunjukkan sama baiknya dengan resistansi sumber sebesar 200 ohm (pada tipikal mikrofon dinamis).

$EIN = 0,27 \text{ uV rms}$  pada bandwidth 20 kHz dengan source 200 ohm

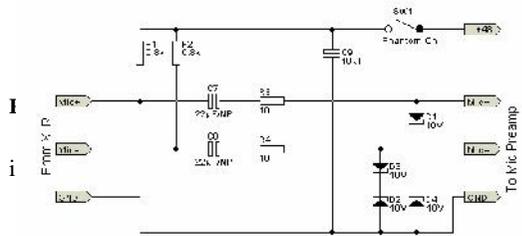
$= 1,9 \text{ nV per akar Hz}$  (sama dengan spesifikasi untuk SSM2017),

Noise figure  $= 0,9 \text{ dB rel } 200 \text{ ohm}$ .

### POWER SUPPLY

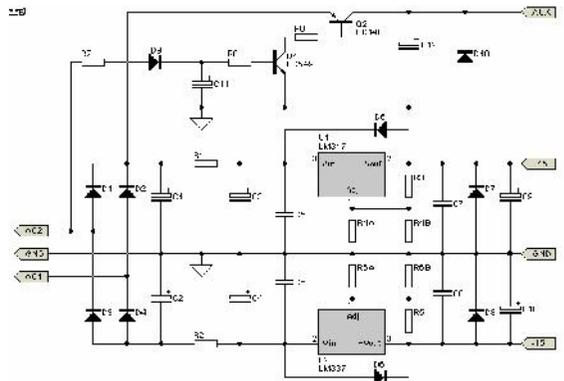
Pasokan power supply +/- 15 Volt sangat berperan penting, power supply harus regulated dan low noise. Jika digunakan IC regulator tegangan (seri 78/79xx) disarankan pada outoutnya memakai lowpass filter yang terdiri dari resistor 10 ohm dan kapasitor 470 uF untuk menghilangkan noise yang dihasilkan di IC (seperti yang ditunjukkan pada gambar 1). Beberapa IC 7815 kadang-kadang sebagai generator noise, karena disarankan menggunakan regulator tegangan (LM317, LM337) yang sangat jauh lebih low noise. Sebuah papan regulator tegangan tunggal dapat digunakan untuk men-supply daya beberapa preamps, dengan masing-masing sirkuit preamp memiliki post filter sendiri. Salah satu contoh power supply direkomendasikan untuk preamp ini dapat dilihat pada gambar 3. Untuk keperluan portable selain dari pada itu preamp dapat pula dioperasikan dengan menggunakan sepasang baterai 9V yang dikonfigurasi menjadi split power supply.

Karena Hydrophone mic yang dipakai menggunakan system Phantom, maka jika pada rangkaian preamp (gambar 2) ingin ditambahkan rangkaian daya Phantom, secara sederhana bisa ditambahkan dua resistor 6K8 pada rangkaian input dengan menghubungkan ke supply 48V phantom dan di kopleng dengan 10uF-100uF DC blokir capacitor setelah resistor 6K8 pada input dan selanjutnya dapat dihubungkan listrik phantom pada Microphone. Lihat pada gambar 3.

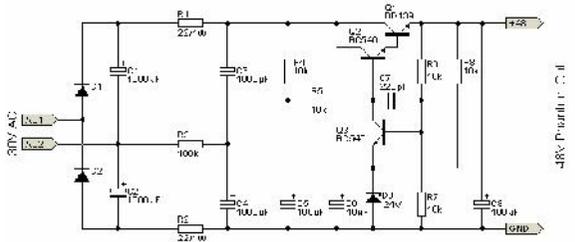


Gambar 3. Rangkaian Phantom

Rangkaian supply daya phantom dapat dilihat pada gambar 4. Dapat juga digunakan tripler Voltage pada power supply regulator LM317 untuk mendapatkan tegangan 48V phantom.



Gambar 4 : Low Noise Power Supply



Gambar 5 : Rangkaian Supply Phantom

### Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam perancangan low noise hydrophone preamp ini adalah :

- Perancangan low noise hydrophone preamp
- Pembuatan Hardware rangkaian.
- Validasi sistem.
- Uji Coba sistem

### **Pembuatan Hardware**

Setelah selesai pada tahap perancangan maka selanjutnya dilakukan pembuatan Low noise Hydrophone preamp. Hasil pembuatan hydrophone pre-amp ini dapat dilihat pada gambar 6.

Gambar 6 Hasil Pembuatan Hydrophone PreAmp

### **DAFTAR PUSTAKA**

Franco, Sergio, "Design with Operational Amplifier and Analog Integrated Circuits", *Mc. GrawHill Inc.*, New York, 1988.

Jung, W. et.all (1997), *Sensor Signal Conditioning*, Prentice-Hall, Englewood-Cliffs, N.J. Ch.4.

Anonyme, "SSM2017 Datasheet," Analog Device, One Technology Way, Norwood, USA, 2003