

Perancangan alat kendali kebisingan aktif pada knalpot standart sepeda motor Supra X 125D dan mengidentifikasi reduksi suara yang terjadi

Ahmad Ridwan Nasution^{1)*}, Rio Martua Harahap²⁾ dan Ikhwansyah Isranuri³⁾

^{1,2,3)}Jurusan Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara, Medan

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah alat kendali kebisingan aktif yang berfungsi untuk mereduksi kebisingan pada knalpot. Metode yang digunakan adalah dengan mempertemukan frekuensi antara sumber noise dan anti noise yang memiliki amplitudo yang sama, namun fasanya berbeda 180°. Akibatnya kedua sumber suara ini akan saling melemahkan. Implementasi penelitian ini menggunakan tabung pipa PVC berbentuk Y yang berfungsi untuk memfokuskan suara. Dan sebagai media percobaannya akan dipasangkan pada knalpot sepeda motor supra X 125D. Amplifier berdaya 30 watt DC 12V digunakan sebagai terminal pemrosesan data sinyal dan penguat suara untuk pembangkit noise. Metode yang digunakan untuk mengolah sinyal knalpot adalah dengan teknik rekam menggunakan ISD 4004. Untuk memperoleh pergeseran fasa 180° penulis menggunakan ICL 7660 dan TL 072 CP, resistor sebesar 3Ω dan kapasitor untuk menstabilkan arus. Pengujian alat dilakukan dengan cara merekam suara knalpot lalu hasil rekaman akan dilawan dengan sinyal knalpot itu juga yang amplitudonya sama. Mengukur reduksi yang terjadi menggunakan alat sound pressure level. Hasil pengujian dengan variasi putaran mesin 1000 dan 2000 rpm memperlihatkan hasil peredaman optimal sebesar 4 dB.

Kata kunci: Kendali kebisingan aktif, tabung pipa PVC, pembangkit sinyal, pembalik fasa, knalpot

Abstract

Active Noise Control is a technique to overcome noise through noise versus noise method. This technique is intended to reduce the noise as minimal as possible and, moreover, it can eliminate the noise if signal reduction can be perfectly done. The signal processing is by making signal amplitude and opponent signal frequency (anti signal) turn the phase around 180° of the signal source to produce a signal reduction. This noise reduction is processed by means of signal processing method. In this design researchers used a noise signal generator and phase shifter as opposed to anti noise or signal. This anti noise will produce anti signal by reversing the signal phase 180° that functions to counter the sound source that is silencer. In this research, designed tool of active noise control and testing directly on a standard motorcycle exhaust Supra X 125 D that identify the presence of noise reduction that occurs is highest in the X and Z axis measurement point that is 21 db. Eliminating the possibility that the sound is difficult, even impossible. Therefore this research one way with an active approach to the aktif noise control to get noise reduction with a view to getting the sound comfort of the many forms of sound variations.

Keywords: Active noise control, PVC pipe tubes, signal generator, inverting phase, exhaust

1. Pendahuluan

Seiring dengan kemajuan zaman, kebutuhan manusia akan kendaraan semakin meningkat dan didukung oleh meningkatnya taraf ekonomi masyarakat, maka jumlah pertambahan kendaraan bermotor begitu pesat. Pertambahan kendaraan bermotor ini telah menjadi salah satu sumber utama penambahan pencemaran bunyi, apalagi mesin-mesin yang semakin tua, semakin lama tentu akan mengeluarkan bunyi yang semakin bising. Terlebih lagi, masih rendahnya tingkat kesadaran masyarakat akan pencemaran bunyi disekitarnya. Mengingat pentingnya pengurangan tingkat kebisingan maka peneliti melakukan penelitian tentang Kendali Kebisingan Aktif, yang merupakan suatu teknologi yang berguna untuk menghilangkan bising yang tidak diinginkan. Dalam teorinya suatu bunyi dengan melakukan perlawanan terhadap bunyi sumbernya maka bunyi tersebut dapat dihilangkan. Namun semua pakar maklum dalam praktiknya tidak ada kondisi ideal, artinya tidak mungkin kondisi nol dapat dicapai. Oleh karena itu para peneliti menetapkan melakukan pendekatan dengan cara mengambil nilai minimal dalam mengambil kesimpulan pada penelitian. Pendekatan solusi ini tentu dengan teknik untuk mendapatkan nilai sekecil mungkin yaitu

bertujuan untuk mereduksi bunyi atau kebisingan tersebut.

Dalam hal ini maka ada beberapa permasalahan yang akan dikaji, yaitu:

1. Merancang prototipe perangkat elektronik sebagai penghasil suara.
2. Merancang prototipe pemrosesan sinyal yang dapat menggeser fasa dimana dengan pergeseran fasa.
3. Mengidentifikasi terjadinya kebisingan yang dapat direduksi oleh alat Aktif Kendali Kebisingan.

Beberapa batasan ditetapkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Knalpot ini menggunakan mesin Supra X 125 D (4 Stroke) berbahan bakar premium.
2. Melakukan pengujian secara eksperimental kendali kebisingan aktif (*Active Noise Control*) menggunakan *sound level meter* pada knalpot Supra X 125D.
3. Perancangan dan pengujian dilakukan di laboratorium *Noise and Vibration Control Program* Magister Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.

*Korespondensi: Tel. -; Fax: -

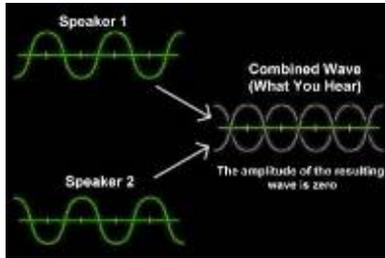
E-mail: ahmad1993@gmail.com; rioharahap116@gmail.com

©Teknik Mesin Universitas Udayana 2016

2. Metode Analisis/Peralatan Penelitian

Pengendalian Bising Aktif dapat bekerja dengan cara membangkitkan sinyal bising yang sama (sinyal bising sekunder) tapi dengan fase yang berbeda 180 derajat dari sinyal bising yang hendak dikendalikan (sinyal bising primer). Interferensi antara sinyal bising primer dan sekunder tersebut menyebabkan terjadinya peristiwa saling menghapuskan atau kanselasi (*cancelation*) antara keduanya sehingga diharapkan bising primer dapat dihilangkan.

Berikut cara kerja sistem kendali kebisingan aktif adalah dengan cara menambahkan bunyi kebalikan yang tepat untuk mereduksi sinyal bising.



Gambar 1. Noise bertemu dengan anti noise

Gelombang dengan amplitudo yang awal kemudian kita berikan amplitudo yang berlawanan (berbeda fasa 180°). Pada sisi lain gelombang dengan fasa berlawanan dan amplitudo sama digabungkan maka akan dapat mereduksi sinyal *noise*.

Maka persamaan dari penggabungan Speaker 1 dengan Speaker 2 adalah:

$$y_{aktif\ noise} = y_1 + y_2 \tag{1}$$

$$y_{aktif\ noise} = A \sin \omega t = 0 \tag{2}$$

Berikut ilustrasi sebuah sinyal bunyi sumber atau sinyal 1 dalam suatu Sistem kendali kebisingan aktif:



Gambar 2. Sinyal sumber atau sinyal 1

Dimana persamaannya adalah:

$$y_1 = A \sin \omega t \tag{3}$$

Berikut ilustrasi sinyal lawan atau sinyal 2 dari suatu sistem kendali kebisingan aktif:

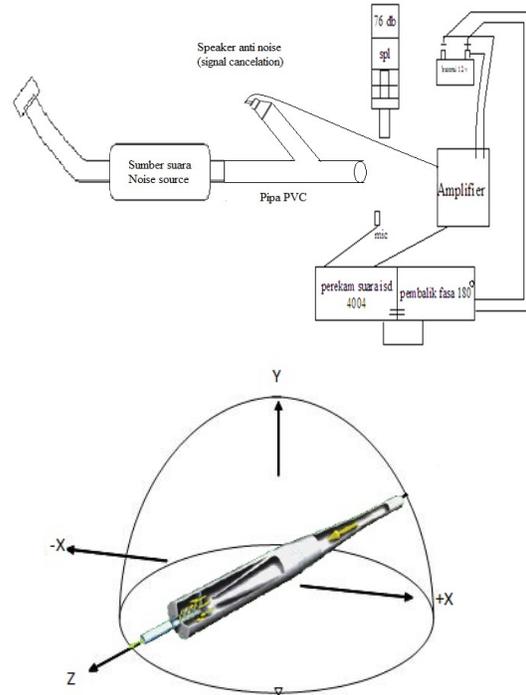


Gambar 3. Sinyal lawan atau sinyal 2

Dimana persamaannya adalah:

$$y_2 = -A \sin \omega t \tag{4}$$

Berikut skema perancangan dan arah pengukuran kendali kebisingan aktif:



Gambar 4. Skema perancangan dan arah pengukuran kebisingan setengah bola pada knalpot

Penelitian dan pengujian *Active Noise Control* ini menggunakan bahan dan peralatan sebagai berikut:

1. Knalpot supra X 125D (sebagai objek penelitian kendali kebisingan aktif).
2. *Microphone* (penangkap suara dari sumber suara yaitu knalpot sepeda motor).
3. Pembangkit sinyal suara (media untuk mengolah data yang diterima dari suara knalpot yaitu melalui *microphone*, setelah itu dikeluarkan melalui speaker).
4. Resistor (sebagai pengatur arus listrik).
5. Kapasitor (menyimpan arus listrik dalam bentuk muatan).
6. Dioda (penyearah arus listrik dan untuk menahan arus listrik dari arah sebaliknya).
7. Transistor (sebagai sirkuit pemutus dan penyambung (*switching*) stabilisasi tegangan, modulasi sinyal).
8. Pembalik fasa ICL 7660 dan TL 072 CP (membalikkan fasa 180° yang sarasanya adalah untuk membuat anti bising).
9. Speaker (alat penguat suara dari microphone).
10. Amplifier (terminal pemrosesan data sinyal dan juga sebagai penguat suara untuk pembangkit noise).
11. Baterai (mensuplai arus ke alat aktif kendali kebisingan).

12. Multimeter (mengukur peralatan elektronik untuk pembuatan aktif kendali kebisingan).
13. *Sound Pressure Level* (mengukur tingkat tekanan suara dari sumber suara yang jarak pengukurannya diatur dari sumber suara).
14. *Tripod* (membantu agar bisa berdiri dengan tegak dan tegas. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi kelelahan operator dalam mengambil gambar dan mengurangi *noise* yang ditimbulkan oleh guncangan tangan operator).
15. Meteran (mengukur jarak sound level meter ke knalpot yang akan kita uji).
16. *Tachometer* (mengukur putaran pada suatu mesin dalam penelitian ini tachometer dipasang pada sepeda motor untuk menyesuaikan putaran mesin dengan noise yang dihasilkan).

3. Hasil Dan Pembahasan

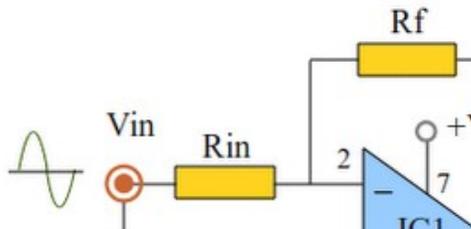
3.1. Perancangan Komponen Penggeser Fasa

Suatu komponen elektronik untuk menggeser fasa pada sinyal yang terdiri dari kapasitor, resistor, transistor, ICL7660 dan TI 072 CP. Pada rangkaian op-amp pembalik memiliki nilai-nilai yaitu:

- Tahanan feed back = 330 kΩ;
- Tahanan input = 1 kΩ; dan
- Tegangan input = 17 mV.

Perolehan tegangan (A_v), tegangan output (V_{out}) dan tegangan catu daya (V_{cc}).

Dapat dilihat pada rangkaian gambar dibawah ini:



Gambar 5. Rangkaian op-amp pembalik fasa

3.2. Hasil Perancangan Kendali Kebisingan aktif

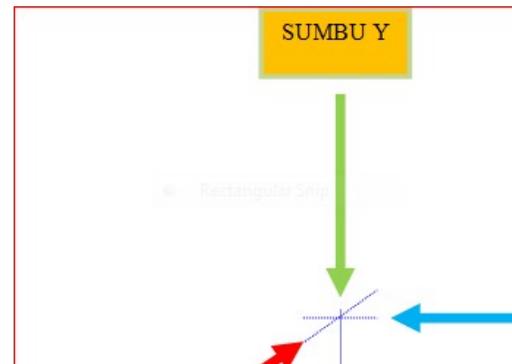
Proses perancangan aktif kendali kebisingan mulai dari pemilihan bahan sampai pertimbangan perhitungan pembangkit sinyal dan penggeser fasa, maka peneliti menggabungkan semua komponen yang ada yaitu dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 6. Rangkaian Alat kendali kebisingan aktif

3.3. Hasil Pengujian Kendali Kebisingan Aktif

Metode pengujian knalpot yang digunakan dengan cara mengukur secara langsung kebisingan yang dihasilkan knalpot sepeda motor supra X 125D standart dan membandingkannya dengan menggunakan alat kendali kebisingan aktif dengan menggunakan alat *Sound Presseur Level* pada saat knalpot sedang digunakan, putaran mesin yang diuji pada 1000 dan 2000 rpm dan jarak yang diuji kebisingan adalah 1 meter dengan sumbu X,Y dan Z. sumbu pengukuran dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 7. Sumbu Pengukuran

Putaran mesin (n) = 1000 rpm

$$\text{Dimana: } \omega = \frac{2\pi}{60} \times n = \frac{6.28}{60} \times 1000 = 104.667$$

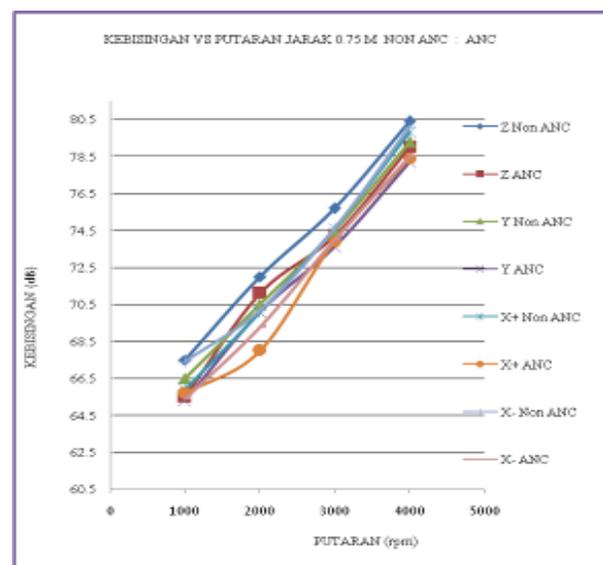
$$\text{Maka frekuensi: } f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{104.667}{6.28} = 16.667$$

Putaran mesin (n) = 2000 rpm

$$\text{Dimana: } \omega = \frac{2\pi}{60} \times n = \frac{6.28}{60} \times 2000 = 209.33$$

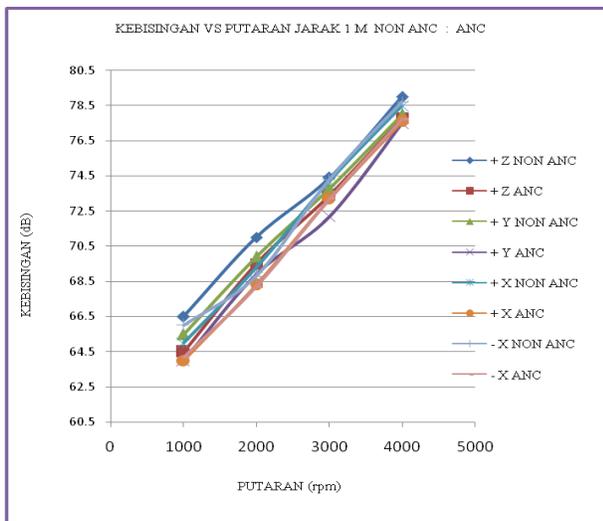
$$\text{Maka frekuensi: } f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{209.33}{6.28} = 33.33$$

3.4. Perbandingan Sinyal Kebisingan ANC Vs Non ANC



Gambar 8. Grafik kebisingan vs putaran ANC vs Non ANC jarak 0.75 meter

Diatas adalah sinyal grafik kebisingan vs putaran yang begitu acak pada Knalpot Standar Supra X 125D dengan menggunakan kendali kebisingan aktif vs tanpa alat kendali kebisingan aktif. Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat ilustrasi sinyal kebisingan yang begitu acak artinya setiap sinyal kebisingan pada jarak tertentu tidak mempunyai selisih interval kebisingan yang sama atau berubah –ubah. Dan dapat ditunjukkan nilai kebisingan paling besar berada di sumbu Z Non ANC dan paling rendah di sumbu X ANC dan dapat dilihat juga fenomena di sumbu X + ANC pada putaran 2000rpm terjadi pelembahan sinyal kebisingan hal ini dipengaruhi kebisingan yang tidak konstan terhadap jarak dan putaran.

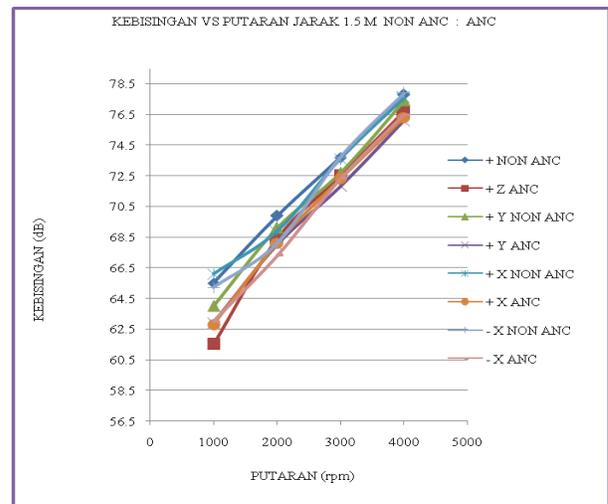


Gambar 9. Grafik kebisingan vs putaran ANC vs Non ANC jarak 1 meter

Berdasarkan grafik diatas juga di ilustrasikan sinyal kebisingan yang bersifat acak artinya setiap sinyal kebisingan pada jarak tertentu tidak mempunyai selisih interval kebisingan yang sama atau berubah –ubah. Dan dapat ditunjukkan nilai kebisingan paling besar berada di sumbu Z Non ANC dan paling rendah di sumbu +X ANC. pada jarak pengukuran 1 meter terjadi penurunan kebisingan di sumbu Non ANC hal ini dipengaruhi semakin jauh jarak pengukuran maka kebisingan semakin berkurang, sedangkan pada sumbu ANC terjadi reduksi disetiap sumbu ANC.

Berdasarkan grafik dibawah terlihat menunjukkan fenomena yang sama dengan gambar 8 dan 9 sinyal kebisingan yang dihasilkan bersifat acak artinya setiap sinyal kebisingan pada jarak tertentu tidak mempunyai selisih interval kebisingan yang sama atau berubah –ubah. Dan dapat ditunjukkan nilai kebisingan paling besar berada di sumbu Z Non ANC dan paling rendah di sumbu Z ANC. pada jarak pengukuran 1.5 meter terjadi penurunan kebisingan di sumbu Non ANC hal ini dipengaruhi semakin jauh jarak pengukuran maka kebisingan semakin berkurang, sedangkan pada sumbu ANC sama halnya dengan variasi jarak 0.75 meter dan 1 meter terjadi reduksi disetiap sumbu ANC hal ini menunjukkan kendali kebisingan aktif dapat

mereduksi kebisingan yang dihasilkan knalpot Supra X 125D.



Gambar 10. Grafik kebisingan vs putaran ANC vs Non ANC jarak 1.5 meter

4. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan dan analisa yang telah dilakukan maka ditarik kesimpulan dari hasil perancangan dan uji eksperimental antara lain:

1. Sudah ditunjukkan bahwasanya pembangkit sinyal bising metode rekam yang peneliti buat menggunakan ISD 4004, amplifier, kapasitor sebagai penstabil arus dan pembagi tegangan menggunakan ICI 7805, *microphone* sebagai penangkap suara knalpot dan speaker dengan impedensi 4 ohm sebagai keluaran suara lawan yang sama dengan suara knalpot yang sudah digeser fasanya.
2. Kebisingan yang dihasilkan tanpa menggunakan alat kendali kebisingan nilai kebisingan terbesar di peroleh pada titik Z diputaran 4000 dengan nilai 80.4 dB pada jarak pengukuran *sound level meter* 0.75 meter.
3. Kebisingan yang dihasilkan menggunakan alat kendali kebisingan aktif nilai kebisingan terbesar di peroleh pada pada titik Z diputaran 4000 dengan nilai 79 dB pada jarak pengukuran *sound level meter* 0.75 meter.
4. Kebisingan yang dihasilkan menggunakan alat kendali kebisingan nilai reduksi kebisingan terbesar di peroleh pada pada titik Z diputaran 1000 dengan nilai *Non ANC* = 65.5 dB dan *ANC* = 61.5 dB pada jarak pengukuran *sound level meter* 1.5 meter, artinya didapatkan reduksi sinyal (*noise reduction*) 4 dB.
5. Kebisingan yang dihasilkan menggunakan alat kendali kebisingan nilai reduksi kebisingan terkecil di peroleh pada pada titik X diputaran 2000 rpm dengan nilai *Non ANC* = 65.9 dB dan *ANC* = 65.7 dB pada jarak pengukuran *sound level meter* 0.75 meter, artinya didapatkan reduksi sinyal (*noise reduction*) 0,2 dB.

6. Berdasarkan dari nilai kebisingan yang diperoleh pada saat pengujian secara eksperimental kemudian di plot dalam bentuk grafik diperoleh Sinyal kebisingan yang tidak konstan artinya setiap sinyal kebisingan pada jarak tertentu tidak mempunyai selisih interval kebisingan yang sama pada setiap sumbu pengukuran atau sinyal berubah –ubah.
7. Berdasarkan hasil pengujian yang di dapat penghilangan bunyi merupakan suatu kemungkinan yang sulit sekali, bahkan dikatakan tidak mungkin, oleh karena itu sesuai tujuan penelitian ini adalah untuk mencapai *reduksi noise* sebesar mungkin dan ternyata *reduksi noise* paling tinggi diperoleh 4 dB.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang tua Tercinta, Ayahanda Harun Rasyd Harahap dan Ibunda Evi Mutiara Tanjung, Kakak (Rizky Wahyuni Harahap) dan Adik tersayang (Arief Rahman Harahap) atas doa, kasih sayang, pengorbanan dan tanggung jawab yang selalu menyertai penulis.
2. Dr.Ing.Ir.Ikhwansyah Isranuri, selaku pembimbing sekaligus ketua Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik USU, yang telah banyak meluangkan waktunya membimbing penulis.
3. Dr.Eng.Taufiq Bin Nur, S.T., M.Eng.Sc. dan Ir.Mulfi Hazwi M.Sc.

Daftar Pustaka

- [1] Arnold P.G. Peterson, 1963, *Handbook of Noise Measurement*, NINTH EDITION, Concord, Massachusetts: U.S.A
- [2] Brennan, Mike.1984. *Active Control of Sound*: Inggris: Institute of Sound and Vibration Research University of Southampton, UK.
- [3] Carini, Alberto; 2009. *Sicuranza, Giovanni L. Filtered – X Affine Projection Algorithms for Active Noise Control Using Volterra Filters.*
- [4] Crocker, M. J., and Jacobsen, F. 1997. *Sound Intensity. Encyclopedia of Accoustics.* Malcolm J Crocker. John Wiley and Sons: Singapore.
- [5] Faulkner, L.L. et. Al, 1976, *Handbook of Industrial Noise Control*, Industrial Press Inc, New York.
- [6] G. Péceli, 2011, “*Signal model based periodic noise controller design*”, *Measurement - the Journal of the International Measurement Confederation IMEKO*, vol. 20, No. 2, pp. 135-141.
- [7] Goreham, John. 2013. *Ford Fusion Hybrid Ford Fusion makes noise to keep the car quiet.*
- [8] Hamond, Conrad J. 1983 *Engineering Acoustik and Noise Control*, Prentice Hall.
- [9] Harris C M, 1957, *Hand Book of Noise Control*, McMraw Hill Book Company Inc. New York
- [10] Lytle, J.Mark. 2008.*Noise cancelling tech comes to car interiors*, USA: *Car tech.*
- [11] Reynolds, D.D. and W.D. Bevirt. 1989. *Sound and vibration design and analysis.* National Environmental Balancing Bureau, Rockville, MD.

- [12] Schaffer, M.E. 2005. *A practical guide to noise and vibration controlfor HVAC systems*, 2nd ed. ASHRAE.



Ahmad Nasution menyelesaikan studi S1 di Departemen Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara pada tahun 2016 dengan konsentrasi bidang Maintenance Engineering dan melakukan penelitian tentang Kendali kebisingan aktif (*Active Noise Control*) pada Knalpot Supra X 125D dan sekarang bekerja sebagai Assiten Pabrik diMP. Evans di Kalimantan Timur yang bergerak di bidang kelapa sawit.



Rio Martua Harahap alumni Departemen Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara Angkatan 2011 dan menyelesaikan studi S1 pada tahun 2016 dengan sub-bidang Maintenance Engineering dan melakukan penelitian tentang Studi Eksperimental Kebisingan menggunakan kendali kebisingan aktif (*Active Noise Control*) pada knalpot Sepeda Motor Supra X 125D. Konsentrasi sub – bidang yang dialami yaitu : Condition Based Maintenance, Aplikasi Sinyal Vibrasi pada Condition Based Maintenance, Teknik Pemeliharaan, Total Produktive Maintenance, Manajemen Pemeliharaan Pabrik dan Analisa Kegagalan.