

Rancang Bangun Sistem Sensor pada Model Fuze *Proximity* untuk Mendukung Rudal Nasional

Eko Syamsuddin Hasrito¹ dan Frandi A. Kaharjito¹

Abstract: *Proximity Fuze serves as a trigger for the start of the course of the explosion, at a certain distance from objects moving faster, such as combat aircraft, warships, missiles. Fuze is a major component of a munition which is currently 100% is imported from other countries, so prone to embargoed and no longer has the aspect of secrecy because there always can be known by the maker or sender country. In addition, the fuze also should not be perishable and should be stored durable, weather resistant and the surrounding environment, and resistant treated harshly (rugged) when moved, before the munitions launched. With such stringent requirements, it is not all his armory and munitions factories were able to make their own fuzenya. Under these conditions, the threat of an embargo from the producer countries fuze at any time may be subject to the importing country, if there is a dispute. To that end, the fuze large caliber munitions (MKB), as well as missiles need to be developed so as to support the national defense industry to be more independent. In this paper discussed the results of the development of a sensor system on the model of proximity fuze at BPP Technology.*

Keywords: *Proximity Fuze, Sensor Systems, Defence Industry, Independence, MKB, Missile.*

Abstrak: *Fuze proximity berfungsi sebagai pemicu awal berlangsungnya peledakan, pada jarak tertentu dari objek-objek yang bergerak dengan semakin cepat, seperti pesawat tempur, kapal perang, peluru kendali. Fuze ini merupakan komponen utama dari sebuah munisi yang saat ini 100% masih diimpor dari negara lain, sehingga rawan diembargo dan tidak lagi memiliki aspek kerahasiaan karena jumlahnya selalu dapat diketahui oleh negara pembuat atau pengirimnya. Selain itu, fuze juga tidak boleh mudah rusak dan harus tahan lama disimpan, tahan terhadap cuaca dan lingkungan sekeliling, serta tahan diperlakukan kasar (rugged) saat dipindahkan, sebelum munisi diluncurkan. Dengan persyaratan yang sedemikian ketat, maka tidak semua pabrik senjata dan pabrik munisi mampu membuat sendiri fuzenya. Dengan kondisi tersebut, ancaman embargo dari negara-negara produsen fuze setiap saat dapat dikenakan kepada negara pengimpornya, bila ada perselisihan. Untuk itu, fuze pada munisi kaliber besar (MKB), maupun rudal perlu dikembangkan sehingga mampu mendukung industri pertahanan nasional untuk lebih mandiri. Pada tulisan ini dibahas mengenai hasil-hasil pengembangan sistem sensor pada model fuze proximity di BPP Teknologi.*

Kata kunci: *Proximity Fuze, Sistem Sensor, Industri Pertahanan, Kemandirian, MKB, Rudal.*

PENDAHULUAN

Sesuai Rencana Strategis (Renstra) BPPT 2015-2019 Bidang Pertahanan dan Keamanan, serta amanat undang-undang No.16 tahun 2012, mengenai kemandirian Industri Pertahanan, BPPT melakukan kegiatan penelitian dan pengembangan beberapa produk Alutsista dan Munisi, khususnya Munisi Kaliber Besar (MKB) berikut bahan isian (propelan) serta *war head*. Dengan bersinergi bersama seluruh *stake holder* di bidang pertahanan negara, diharapkan dapat mempercepat kemandirian industri pertahanan nasional melalui partisipasi aktif seluruh komponen bangsa guna menyiapkan sumber daya manusia dan fasilitas untuk penguasaan teknologi hankam, termasuk fuze MKB.

Saat ini, tantangan dan ancaman terhadap pengadaan alutsista masih selalu dibayangi oleh kemungkinan embargo yang mampu melemahkan wibawa Negara. Alutsista yang ada sekarang ini sebagian besar masih diimpor dari luar negeri, sehingga banyak menyerap devisa negara. Salah satu komponen alutsista tersebut adalah munisi kaliber besar, dalam hal ini peluru kendali (rudal). Kondisi tersebut, akan mempengaruhi lemahnya daya dan kemampuan tempur TNI karena kurangnya latihan personil akibat keterbatasan munisi (MKB).

Kemandirian bangsa khususnya dalam hal peningkatan kemampuan industri komponen alutsista merupakan hal yang tidak bisa ditawar lagi. Citra postur pertahanan yang kuat dan berwibawa perlu dibangun. Lembaga litbang yang ada, diharapkan sebagai kekuatan dan pendorong perlunya pengembangan industri pertahanan dalam negeri, menutupi kelemahan dalam koordinasi dan sinergi ilmu pengetahuan di bidang teknologi pertahanan.

Munisi kaliber besar adalah jenis munisi kaliber 20 mm ke atas. Terdiri dari 3 (tiga) bagian besar dan masing-masing bagian memiliki fungsi untuk membantu munisi sehingga dapat berfungsi. Salah satu bagian besar tersebut adalah proyektil dengan fuze, merupakan bagian dari munisi yang terlempar keluar laras menuju sasaran dan menghancurkan sasaran.

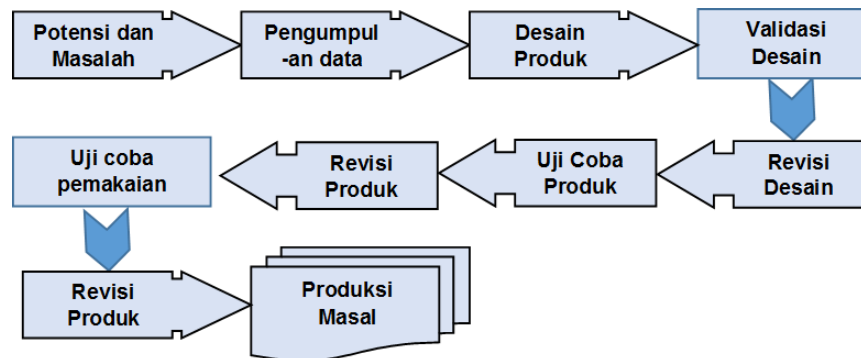
Fuze sendiri berfungsi sebagai pemicu awal berlangsungnya peledakan, baik untuk bahan peledak statis maupun proyektil berhulu ledak dari munisi meriam/canon, granat, mortar, bom, misil roket dan sejenisnya. Cara pemasangan dan susunannya berbeda-beda sesuai dengan tujuan penggunaan fuze tersebut.

Kemandirian rancang bangun fuze *proximity* merupakan salah satu program peningkatan kapasitas sistem produksi guna menunjang kebutuhan pelaksanaan operasional TNI serta mendukung kemandirian penguasaan teknologi rudal nasional. Dengan pemahaman terhadap teknologi fuze, maka akan meningkatkan kemampuan SDM dalam negeri didalam memproduksi fuze. Disamping itu, inovasi yang diterapkan secara tidak langsung memberikan peningkatan kemampuan Industri didalam penerapan teknologi fuze selain yang digunakan pada rudal, antara lain; mortir, bom, granat, meriam/canon, dan lain-lainnya. Sehingga, bila hal ini dimanfaatkan dengan baik maka dapat secara langsung mengurangi ketergantungan teknologi fuze dari negara lain.

¹ BPPT Serpong Tangerang Selatan Banten

METODE

Metodologi penelitian yang digunakan dalam kegiatan pengembangan model dan produk ini selama 3 tahun (2014-2016) adalah metode penelitian dan pengembangan (R&D), yang meliputi tahapan-tahapan kajian mengenai potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, uji coba produk, revisi desain, uji coba pemakaian, revisi produk, dan produksi masal[1].



■ **Gambar 1.** Metode Penelitian R & D [1].

Tulisan ini menjelaskan tahapan desain produk, pembuatan model sistem sensor, dan uji coba sistem sensor pada *proximity* fuze untuk mendukung program rudal nasional.

PEMILIHAN SENSOR PADA FUZE *PROXIMITY*

1. *Fuze Proximity*

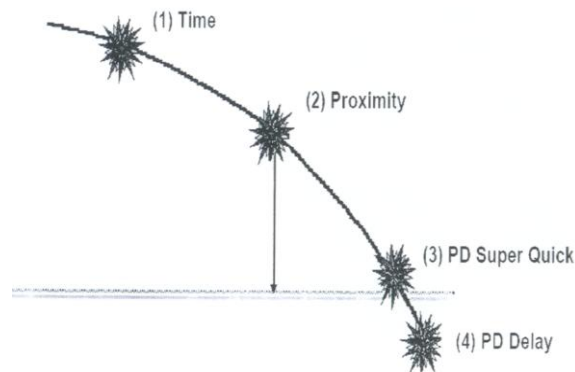
Dalam pengembangan jenis Munisi Kaliber Besar (MKB) terutama yang berdaya rusak besar (gambar 2), diperlukan hulu ledak yang dapat diatur waktu peledakannya. Pengatur waktu peledakan tersebut ditentukan oleh suatu fuze.



■ **Gambar 2.** Beberapa Contoh Fuze

Fuze ada yang bersifat *time delay* atau pun yang bersifat *impact fuze*. Secara menyeluruh sistem fuze berfungsi sebagai alat pengaman proyektil bagi pengguna pada saat pemeliharaan/penyimpanan, pengangkutan, pembekalan dan pada saat penembakan dengan tujuan akhir peledakan munisi pada saat mencapai sasaran yang diinginkan.

Ditinjau dari karakteristik tersebut, maka secara garis besar beberapa proses aktivasi fuze (proses terjadinya detonasi) dapat dilihat pada gambar 3.



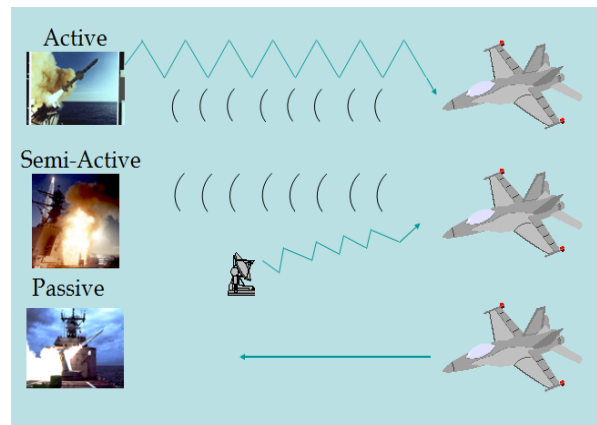
■ **Gambar 3.** Proses Aktivasi Fuze (PT. PINDAD)

Dari gambar 3 dapat dijelaskan sebagai berikut:

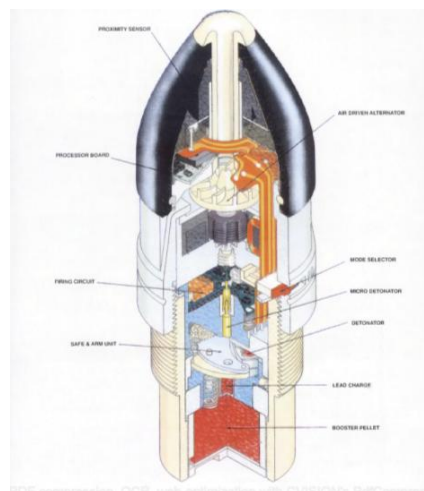
- a) *Time fuze*, meledakkan proyektil berdasarkan waktu.

- b) *Proximity fuze*, meledakkan proyektil karena adanya sensor terhadap keadaan sekelilingnya dan tidak perlu adanya kontak langsung atau benturan.
- c) *Impact fuze*, meledakkan proyektil karena benturan terhadap sasaran. Proses detonasi terdiri dari dua pilihan, yaitu Super Quick (SQ) atau Delay (D).

Sistem *proximity* digunakan pada beberapa artileri untuk penyerangan objek di udara, missil, kapal laut atau obyek di darat. Pada tipe operasi sistem sensor, beberapa fuze menggunakan tipe aktif, semi aktif dan pasif. Sistem kerja beberapa fuze *proximity* dijelaskan pada gambar 4, sedangkan bagian-bagian elektronika dari fuze elektronik dengan sensor *proximity* terlihat pada gambar 5.



■ Gambar 4. Tipe Operasi Fuze Proximity



■ Gambar 5. Contoh Fuze Proximity

Dari keterangan gambar 5, komponen-komponen *proximity* fuze bisa dibagi menjadi beberapa bagian [2].

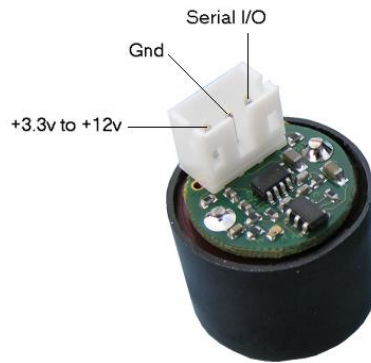
- a. Sensor
- b. Power supply
- c. Processor board
- d. Safety and arming units
- e. Detonation circuits

2. Pemilihan Sensor Fuze Proximity

2.1 Sensor XL-Maxsonar SRF 01

Sensor sonar tipe XL-Maxsonar SRF01 (gambar 6) dipilih pada tahun 2014 untuk mempelajari mekanisme kerja dari sistem *proximity*, dengan range jarak hingga sekitar 7 m.

Sensor SRF01 dapat menerima tegangan antara 3.3V hingga 12V, namun maksimum yang disarankan adalah 5.5V. Secara internal, SRF01 beroperasi pada tegangan 3.3V dan serial I/O pin juga beroperasi pada 3.3V dan 5V. Saat memulai operasi adalah 25mA, 11mA di *standby* (menunggu perintah) dan sekitar 55uA dalam *sleep mode*.



■ Gambar 6. Sensor Sonar SRF01

2.2 Sensor LIDAR SF10/C dan SF30/C

Sensor Lightware SF10/C dan SF30/C dipilih karena memiliki jangkauan hingga 100m, lebih jauh dari 40-60m yang diharapkan dalam desain fuze *proximity* ini.



■ Gambar 7. Sensor LIDAR SF10/C dan SF30/C

Perbandingan dari spesifikasi yang dimiliki sensor XL-Maxsonar SRF01, Lightware SF10/C dan Lightware SF02/C terlihat pada tabel 1.

■ Tabel 1. Perbandingan 3 Sensor

	XL MaxSonar	SF 10/C	SF 30/C
Type Sensor	Sonar	Laser	Laser
Range	20 – 709 cm	0 – 10000 cm	0 – 10000 cm
Resolution	-	1 cm	1 – 0.03 m
Update Range	20 reading / s	16 reading / s	36633 reading / s
Accuray	4.9 mV/cm	± 0.10 m	± 0.10 m
Power Voltage	3.3 V – 5 V	5.0 V ± 0.5 V DC	5.0 V ± 0.5 V DC
Power Current	2mA (typ)	150mA (max)	250mA (max)
Outputs& Interface	Serial, PWM, analog	Serial, I2C, analog	Serial, analog
Dimensions	19,9x22,1x15,5mm	30 x 55 x 50 mm	30 x 55 x 50 mm
Weight	4.3 g	35 g	35 g
Beam Divergence	-	0.2°	0.2°

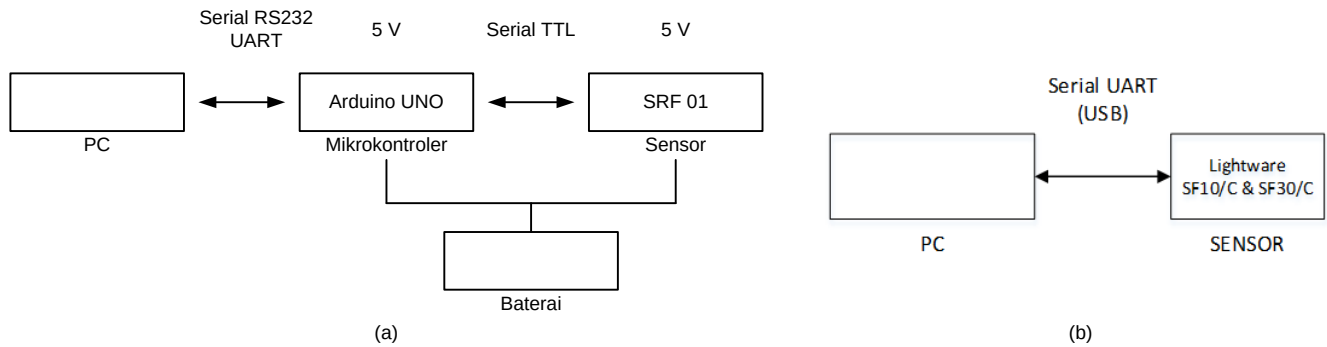
Sensor Lightware SF10/C dan SF30/C ini dapat menerima tegangan 5 V dengan toleransi ± 0.5 V DC, dengan arus 150 mA (maksimum). SF10/C dapat membaca data 16 kali/detik, sedangkan SF30/C membaca data 36.633 kali/ detik.

3. Persiapan Pengujian Sensor

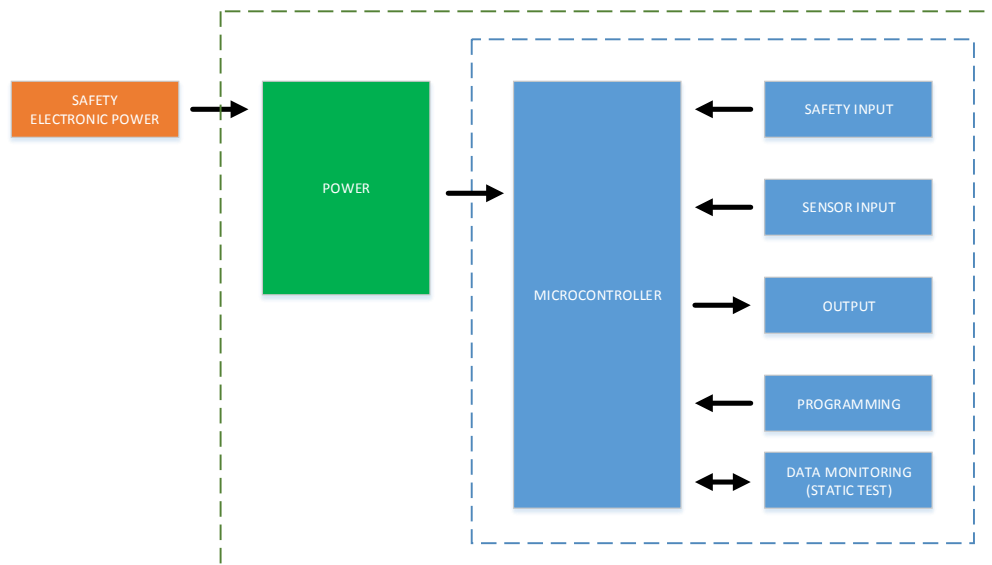
Pengujian sensor XL Maxsonar SRF01 dilakukan dengan pembacaan PWM yang dikonversi menjadi jarak menggunakan mikrokontroler. Pengujian sensor Lightware SF10/C dan SF30/C dilakukan dengan 2 cara, pertama dengan penggunaan mikrokontroler untuk pengukuran jarak yang dibaca sensor. Cara kedua, dengan program bawaan sensor yang digunakan dalam pembacaan jarak. Diagram pengujian sensor terlihat pada gambar 8 a dan b.

4. Perancangan Sistem Elektronik Fuze *Proximity*

Desain rangkaian elektronika untuk fuze elektronik menggunakan mikrokontroler sebagai pengolah data, mulai dari pembacaan data pada sensor, hingga mengirim output ke booster detonator. Blok diagram rangkaian elektronika terlihat pada gambar 9.

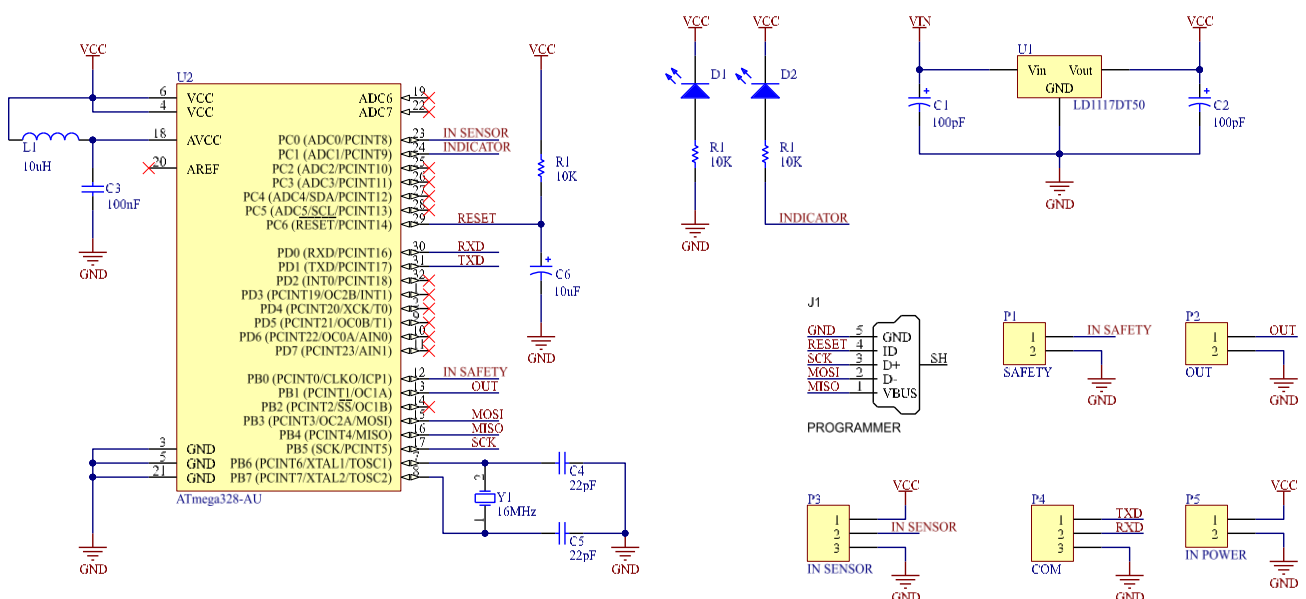


■ **Gambar 8.** Diagram Pengujian Sensor (a). XL Maxsonar SRF01, (b). Lightware SF10/C & SF30/C



■ **Gambar 9.** Diagram Blok Rangkaian Elektronika

Cara kerjanya, perangkat mekanik akan menekan saklar setelah *arming* fuze mekanik bekerja, rangkaian elektronika akan dihubungkan pada *power supply* dengan saklar yang akan mengaktifkan seluruh rangkaian termasuk sensor, juga akan bekerja sesuai komando dari program yang dibuat. Data sensor masuk ke mikrokontroler kemudian diolah, pada saat kondisi atau jarak tertentu, diatur agar dapat menghantarkan arus listrik ke *booster* untuk memicu detonator. Desain rangkaian elektronika terlihat pada gambar 10.



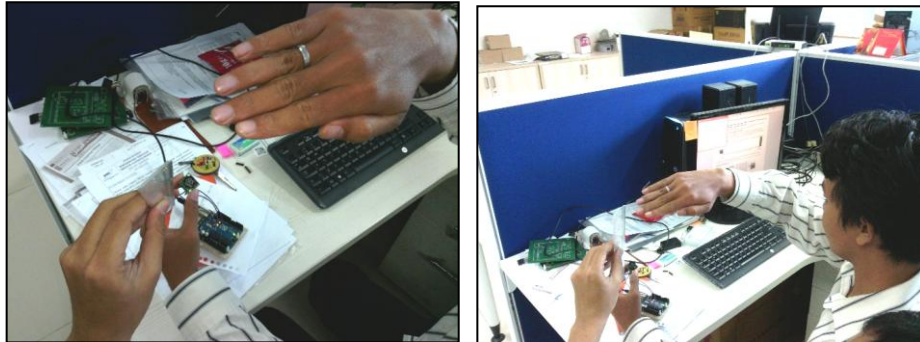
■ **Gambar 10.** Skematik Rangkaian Elektronika pada Fuze

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Sensor

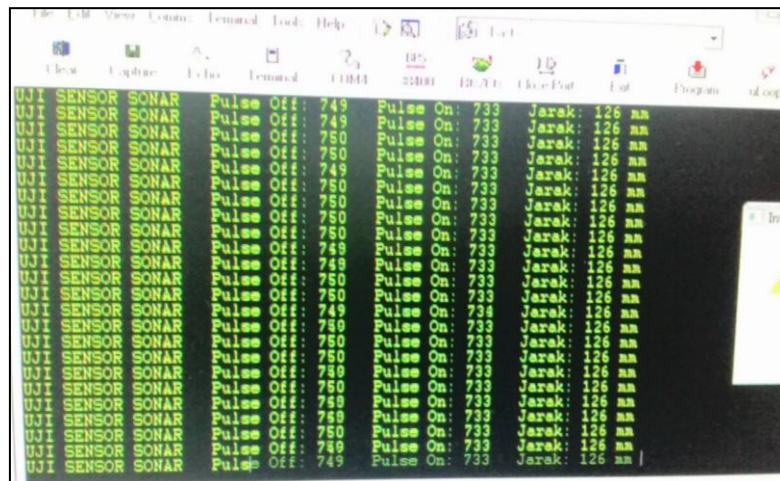
1.1 Pengujian Sensor *XL-Maxsonar SRF 01*

Pada pengujian sensor (gambar 11) tahun 2014 menggunakan sensor XL Maxsonar SRF01 didapatkan hasil pengujian sensor sonar, dengan jarak maksimum target sejauh 3m. Hasil pengukuran sensor jauh di bawah harapan dari desain yaitu 40-60 meter.



■ Gambar 11. Pengujian Sensor Sonar SRF01

Hasil dari pembacaan sensor ditampilkan pada PC dengan jarak maksimal 3m. Penampilan hasil pembacaan sensor terlihat pada gambar 12.



■ Gambar 12. Hasil Pengujian Sensor Sonar SRF01

1.2 Pengujian Sensor *Lightware SF10/C dan SF30/C*

Pengujian sensor dilakukan dengan 4 kondisi, pengujian jarak 50m, jarak terjauh, pengujian sensor diarahkan terhadap kaca berfilm, dan pengujian dengan lensa yang dilepas.



■ Gambar 13. Hasil Pengujian SF10/C dan SF30/C (jarak 50m)

Pada pengujian 1, didapatkan hasil pengujian, dengan jarak sejauh 50m obyek masih bisa dideteksi. Ini sesuai dengan spesifikasi yaitu maksimal 100 meter.



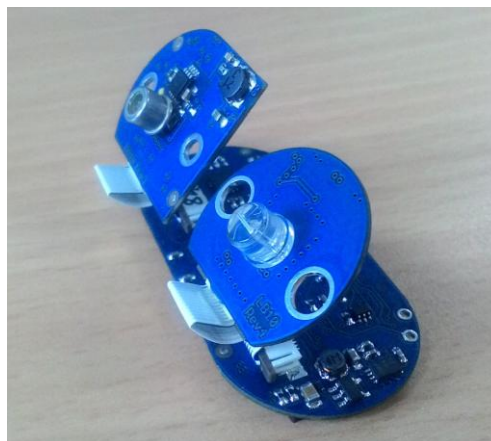
■ Gambar 14. Hasil Pengujian SF10/C dan SF30/C (jarak maksimal 112m)

Pada pengujian 2, didapatkan hasil pengujian, dengan jarak maksimum target sejauh 112 m. Ini jauh di atas spesifikasi awal, yaitu 100 m.



■ Gambar 15. Hasil Pengujian SF10/C dan SF30/C (dengan kaca film)

Pada pengujian 3, didapatkan hasil, sinar laser tidak dapat menembus obyek berupa kaca film. Kesimpulannya sensor dapat mendeteksi objek-objek yang berada pada jarak kurang dari 112 meter, sebagai jarak terjauh. Dimensi sensor beserta lensa dan casing-nya masih terlalu besar dibandingkan dengan alokasi ruang yang ada pada body fuze, maka pada pengujian 4 lensa dilepas (gambar 16).



■ Gambar 16. Sensor SF10/C (tanpa lensa)

Setelah lensa dilepas pada sensor SF10/C maka didapatkan bentuk baru, seperti pada gambar 16. Lalu dilakukan pengujian dengan cara yang sama dengan pengujian 1 sampai pengujian 3 di atas.



■ **Gambar 17.** Hasil Pengujian SF10/C dan SF30/C (tanpa lensa)

Pada pengujian 2 sensor laser tersebut didapatkan hasil jarak maksimum target sejauh 3,5 m, jauh di bawah spesifikasi awal, 100 m. Lensa yang terdapat pada sensor harus tetap digunakan dengan pengaturan ruang di dalam *body* fuze yang lebih efektif dan efisien. Diperoleh tabel perbandingan dari pengujian 3 sensor yang berbeda (tabel 2).

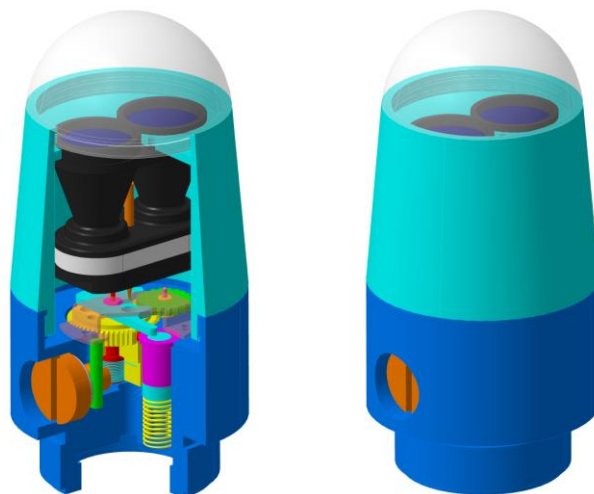
■ **Tabel 2.** Perbandingan Hasil Pengujian

	XL MaxSonar	SF 10/C	SF 30/C
Type Sensor	Sonar	Laser	Laser
Spesifikasi Range	20 – 709 cm	0 – 10000 cm	0 – 10000 cm
Realisasi Range maksimal	312 cm	11256 – 11259 cm	11252 – 11257 cm
Realisasi Range tanpa lensa	(tidak bisa diuji)	349 cm	(tidak diuji)

Sensor XL Maxsonar tidak dapat digunakan karena hanya memiliki jangkauan deteksi objek sejauh 3,12 m, jauh di bawah prasyarat desain sebesar 40-60 m. Sensor SF10/C dan SF30/C, dapat dipergunakan sebagai sensor pada *proximity* fuze ini, tetapi lensa pada sensor SF10/C dan SF30/C tetap harus digunakan, untuk mencapai target 40-60 m.

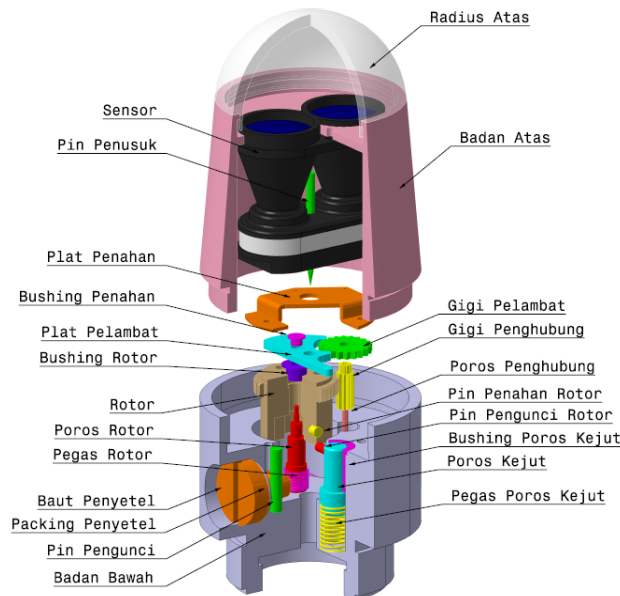
2. Modifikasi Pengaturan Tata Letak Sensor pada *Body* Fuze

Dibutuhkan pengaturan tata letak sensor pada *body* fuze karena lensa pada sensor SF10/C dan SF30/C tetap harus digunakan, seperti pada gambar 18.



■ **Gambar 18.** Desain Akhir (Alternatif-2)

Peletakan sensor berada di atas komponen mekanik sehingga dapat mengarahkan sensor langsung ke luar. Desain tata letak komponen fuze terlihat pada gambar 19.



■ **Gambar 19.** Desain Tata Letak Komponen Fuze (Alternatif2)

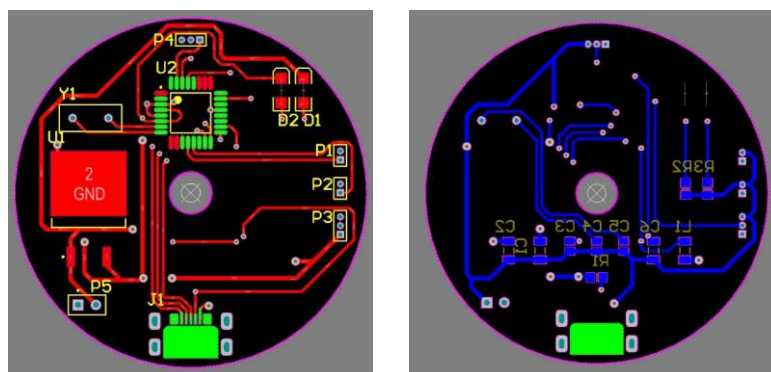
Pembuatan prototipe mekanik mekanik menggunakan logam dengan skala 1:1. Hasil dari pembuatan prototipe mekanik terlihat pada gambar 20.



■ **Gambar 20.** Prototipe skala Model (Alternatif-2)

3. Desain Layout PCB Rangkaian Elektronik pada Fuze

Dimensi desain PCB yang dibuat dengan diameter luar 50 mm, diameter dalam 5 mm, mengikuti dimensi fuze *proximity* yang dirancang. Desain PCB dapat dilihat pada gambar 21.



■ **Gambar 21.** Desain 2 layer PCB untuk Sistem Sensor *Proximity* Fuze.

KESIMPULAN

1. Karena lensa pada sensor SF30/C tetap harus digunakan, untuk mencapai target objek 40-60 m, maka dimensi PCB juga harus menyesuaikan ke diameter maksimal 60 mm.
2. Perlu dilakukan uji fungsi komponen *proximity* fuze secara lengkap agar mendapatkan performa fuze sesuai dengan persyaratan yang ditentukan.
3. Untuk uji statis dan dinamis di tahun ketiga yang akan datang diperlukan beberapa prototipe fuze skala model.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sugiyono, Metode Penelitian: Kuantitatif, Kualitatif dan R & D, Bandung: Alfabeta CV., 2011.
- [2] E. H. Syamsuddin, F. C. Megawanto, Pembuatan Model Fuze Proximity Mendukung Rudal Nasional, Prosiding InSinan 2014, Bandung: Kemenristek, 2014.
- [3] Asiqin, Zaenal. Pembuatan Fuze Geranat Mortir Kaliber 60mm. Vol. 16 Nomor 31 Tahun 2013.
- [3] Payne, Craig, Principle of Naval Weapon System, US: Naval Institute Press, 2006.
- [4] Yuwono, Guntur, Fuze Bom Mortir. Jakarta: BPPT, 1999.
- [5] PT. Pindad (persero), Laporan Uji Coba Fuze GMO di Lapangan Tembak Pandanwangi Lumajang Jawa Timur, Bandung: PT. Pindad (persero), 2010.
- [6] PT. Pindad (persero), Teknik Pengembangan Fuze Mekanik Granat mortir, Bandung: PT. Pindad (persero), 2000.
- [7] MIL-STD-1316, Fuze Design, Safety Criteria for, 1989.
- [8] LightWare Optoelectronics (Pty) Ltd, Product Manual SF10 Laser Altimeter Product Manual Revision 6, South Africa: LightWare Optoelectronics (Pty) Ltd, 2014.
- [9] LightWare Optoelectronics (Pty) Ltd, Product Manual SF30 High Speed Laser Rangefinder Product Manual Revision 0, South Africa: LightWare Optoelectronics (Pty) Ltd, 2015.
- [10] Robot Electronics, “SRF01 Ultrasonic Range Finder Technical Documentation”. Internet: <http://robot-electronics.co.uk/htm/srf01tech.htm>.
- [11] Pacificaviationmuseum, “Aerial Bomb Fuze”, 2011.
Internet: <http://pacificaviationmuseum.org/pearl-harbor-blog/aerial-bomb-fuzes>.