

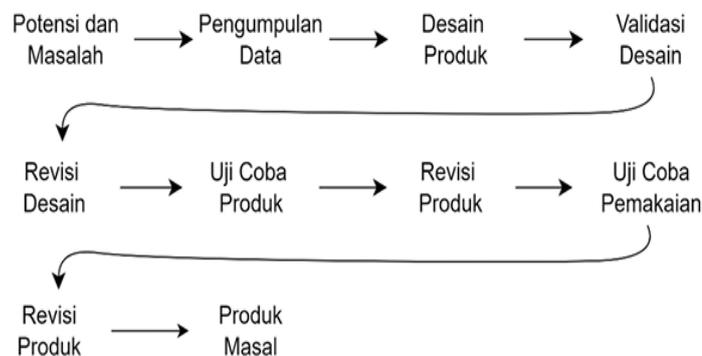
## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### A. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D), yang bertujuan untuk mengembangkan serta menguji keefektifan suatu produk atau sistem dalam lingkungan nyata. R&D merupakan pendekatan penelitian yang tidak hanya berfokus pada pengembangan konsep teoritis, tetapi juga pada penerapan dan penyempurnaan produk berbasis penelitian ilmiah. Dalam penelitian ini, model pengembangan yang digunakan mengacu pada desain Borg and Gall, yang awalnya terdiri dari 10 tahap pengembangan. Namun, untuk menyesuaikan dengan kebutuhan penelitian dan efisiensi proses, model tersebut telah dimodifikasi menjadi 6 tahap utama. Selain itu, penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed method*, yaitu kombinasi antara metode kualitatif dan metode kuantitatif.

### B. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan dari Borg & Gall. Menurut Borg & Gall, terdapat sepuluh tahapan dalam penulisan pengembangan . Tahapan tersebut meliputi:



**Gambar III. 1 Tahapan-Tahapan Pada Metode R&D**

Dalam sepuluh tahap pengembangan, penulis melakukan penyederhanaan dan pembatasan hanya menjadi 6 tahapan untuk menghasilkan produk akhir yang siap di implementasikan di *tunnel garbarata type glass* di Terminal Domestik Bandar Udara Juanda Surabaya menurut kajian dari (Okpatrioka Okpatrioka, 2023) dan kajian dari (Nugraha dkk., 2023) hal ini dapat dilakukan penyederhanaan dari 10 tahapan menjadi 6 tahapan. Penyederhanaan fase-fase tersebut dilakukan penulis karena beberapa faktor, yaitu:

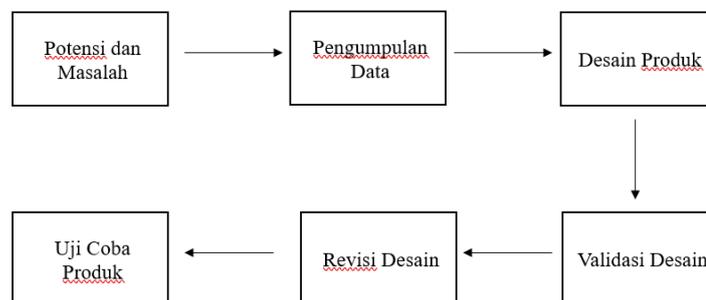
1. Ketersediaan Waktu

Tahapan ini disederhanakan karena ketersediaan waktu yang terbatas. Apabila penulisan ini dilaksanakan dalam sepuluh tahapan maka membutuhkan waktu dan proses yang cukup lama. Oleh karena itu pengembangan ini disederhanakan menjadi 6 tahapan. Dengan adanya penyederhanaan ini, penulis berharap penulisan ini dapat terselesaikan dalam waktu yang telah ditentukan dengan hasil yang layak.

2. Ketersediaan Biaya

Tahapan ini disederhanakan karena adanya faktor biaya. Apabila penulisan ini dilaksanakan dalam sepuluh tahapan maka biaya yang diperlukan relatif besar, maka penulis menerapkan penyederhanaan ini agar dapat meminimalisir biaya.

Tahapan penulisan yang dilakukan setelah adanya penyederhanaan tahapan dapat dilihat pada gambar.



**Gambar III. 2 Tahapan Pengembangan Yang Diterapkan**

Pandangan tersebut didasarkan pada pendapat Borg & Gall (1989) yang merekomendasikan bahwa dalam penelitian tesis dan disertasi, disarankan

untuk membatasi penelitian dalam skala kecil. Model ini mencakup kemungkinan pembatasan lingkup penelitian serta langkah-langkah yang diterapkan dalam pengembangan sistem keamanan berbasis sensor *proximity* pada *tunnel* garbarata *type glass* di *Gate 1* Terminal Domestik Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya (Rizkiyani dkk., 2022). Proses pengembangannya dirancang untuk menghasilkan sistem keamanan yang efektif melalui serangkaian tahapan. Dalam pembuatannya, dilakukan berbagai pengujian oleh ahli, termasuk uji desain, evaluasi media informasi, uji operasional sistem, serta uji coba produk di lapangan guna menilai kelayakan dan efektivitasnya.

### C. Prosedur Pengembangan

Penelitian pengembangan ini mengikuti enam tahapan yang telah ditetapkan untuk menghasilkan sistem keamanan yang siap diterapkan pada *tunnel* garbarata. Hasil akhir dari penelitian ini adalah prototipe sistem keamanan berbasis sensor *proximity* yang mampu mendeteksi objek secara *real-time* dan memberikan notifikasi otomatis guna meningkatkan keselamatan pengguna. Enam tahapan tersebut diterapkan secara sistematis dalam proses penelitian ini, sebagai berikut:

#### 1. Potensi dan Masalah

*Tunnel* garbarata *type glass* di *Gate 1* Terminal Domestik Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya memiliki risiko keamanan akibat potensi benda asing yang tersangkut di celahnya, yang dapat mengganggu operasional dan membahayakan pengguna. Saat ini, pengawasan dilakukan secara manual oleh teknisi, namun metode ini kurang efisien dan berisiko mengakibatkan potensi bahaya. Dengan perkembangan teknologi, sistem keamanan berbasis sensor *proximity* dapat diterapkan untuk mendeteksi objek secara *real-time* dan memberikan peringatan dini melalui notifikasi otomatis. Sistem ini memungkinkan teknisi untuk merespons secara cepat terhadap ancaman keamanan, sehingga meningkatkan keselamatan pengguna dan efisiensi operasional garbarata.

## 2. Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang akurat dan menyeluruh, proses pengumpulan data dilakukan melalui dua metode utama, yakni observasi langsung di lokasi serta wawancara dengan personel yang berwenang.

- a. Observasi lapangan bertujuan untuk mengamati secara langsung kondisi, aktivitas, serta dinamika yang terjadi di lokasi penelitian yang dilakukan selama pelaksanaan *On the Job Training* (OJT) di bulan September hingga Desember Tahun 2024 di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya. Hal ini memungkinkan peneliti untuk memahami konteks secara mendalam dan mendapat data yang tepat untuk menjawab permasalahan pada penelitian ini. Sementara itu,
- b. Wawancara yang dilakukan selama pelaksanaan OJT di bulan September hingga Desember Tahun 2024 di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya dengan beberapa informan wawancara yaitu personel garbarata dan *supervisor* mekanikal Bandar Udara Internasioanal Juanda dilakukan untuk menggali informasi, perspektif, dan pengalaman langsung dari teknisi yang bertugas pada proses pengelolaan garbarata. Anggota personel garbarata yang diwawancara diantaranya:

**Tabel III. 1 Informan Wawancara**

No.	Nama	Jabatan
1	Enggar Rades Hermawan	<i>Airport Equipment Supervisor</i>
2	Dontar	<i>Team Leader Garbarata</i>
3	Byant	<i>Technician</i>

Melalui wawancara, peneliti dapat memperoleh wawasan yang lebih mendalam mengenai praktik, tantangan, dan solusi yang dihadapi oleh para pelaku di lapangan. Kombinasi kedua metode ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang holistik dan mendukung analisis data yang lebih komprehensif. Dengan pertanyaan sebagai berikut:

**Tabel III. 2 Pertanyaan Wawancara**

No	Pertanyaan
1	Apa tantangan terbesar yang Anda hadapi dalam meningkatkan sistem keamanan di <i>Tunnel Garbarata Type Glass</i> di <i>Gate 1</i> ?
2	Apakah ada kendala tertentu yang sering muncul dalam penerapan sistem keamanan berbasis sensor <i>proximity</i> di area tersebut?
3	Apakah ada fitur atau teknologi tambahan yang menurut Anda dapat membantu meningkatkan efektivitas dan efisiensi sistem keamanan ini?

### 3. Desain Produk

Tahap ketiga adalah merancang sistem keamanan sesuai dengan kebutuhan dan bermanfaat bagi teknisi unit mekanikal di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya. Produk ini nantinya akan menghasilkan sebuah prototipe sistem keamanan berbasis sensor *proximity* untuk mendeteksi objek asing pada *tunnel garbarata type glass* di *Gate 1* Terminal Domestik.

### 4. Validasi Desain

Validasi desain merupakan proses penilaian terhadap suatu rancangan produk guna memastikan bahwa desain tersebut telah memenuhi kriteria efektivitas penggunaan. Proses ini tergolong dalam verifikasi rasional, karena didasarkan pada pertimbangan logis dan konseptual, bukan pada data empiris di lapangan. Pada tahap awal validasi desain sistem keamanan pada *tunnel garbarata type glass*, penulis melakukan konsultasi dengan para ahli di bidang terkait untuk memperoleh evaluasi terhadap substansi materi sistem. Proses validasi ini dilakukan oleh dua validator ahli, yaitu sebagai validator ahli praktisi adalah Bapak Enggar Rades Hermawan selaku *Mechanical Supervisor* Bandara Internasional Juanda dan yang sebagai validator ahli materi adalah Bapak M. Nabil Putra Esa Yani, S.Kom selaku Tim IT dan Ahli Komputer Politeknik Penerbangan Palembang. Dengan kriteria penilaian, sebagai berikut:

**Tabel III. 3 Kriteria Penilaian Validasi**

No.	Kriteria Penilaian
1	Apakah sistem keamanan berbasis sensor proximity yang dirancang mampu mendeteksi objek dengan akurasi yang baik?
2	Seberapa efektif rancangan sistem ini dalam meningkatkan keselamatan di area tunnel Garbarata?
3	Seberapa mudah sistem keamanan berbasis sensor proximity ini untuk dilakukan maintenance dan troubleshooting ketika terjadi gangguan?
4	Seberapa efektif sistem keamanan ini dalam meningkatkan keselamatan di area <i>tunnel</i> Garbarata
5	Sejauh mana sistem keamanan ini dapat meminimalkan risiko kecelakaan atau insiden di area tunnel Garbarata?

(Sumber: Fazal, 2024)

Penilaian desain dilakukan menggunakan skala Likert, yaitu jenis skala pengukuran ordinal yang menyusun respons dalam bentuk peringkat. Skala ordinal ini menyatakan urutan kategori tanpa mengharuskan adanya interval yang sama antar tingkatan. Dalam konteks penelitian ini, skala Likert terdiri dari lima tingkat tanggapan yang direpresentasikan dengan angka 1 hingga 5, di mana setiap angka mencerminkan tingkat penilaian tertentu tanpa asumsi kesetaraan jarak antar kategori (Musrifah Mardiani Sanaky, 2021).

Nilai validitas dihitung dengan rumus:

$$\text{Nilai Validitas} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor tertinggi}} \times 100\%$$

**Tabel III. 4 Nilai Validasi**

Presentase %	Interpresentasi
75 - 100	Sangat Layak
50 - 74,99	Layak
25 - 49,99	Tidak Layak
0 - 24,99	Sangat Tidak Layak

(Sumber: Arikunto, 2006)

Perancangan sistem keamanan berbasis sensor *proximity* yang dihasilkan dapat dikatakan layak apabila rata-rata dari semua aspek dalam angket mendapatkan presentase  $\geq 50\%$  dengan kriteria layak.

## 5. Revisi Desain

Ahli desain akan memvalidasi sistem keamanan berbasis sensor *proximity* untuk mengidentifikasi kelemahan atau kekurangan dalam penerapannya pada *tunnel* garbarata *type glass* di *Gate 1* Terminal Domestik Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya. Kelemahan yang ditemukan kemudian akan diperbaiki guna menciptakan sistem yang lebih optimal dan layak digunakan dalam meningkatkan keselamatan serta efisiensi operasional Garbarata.

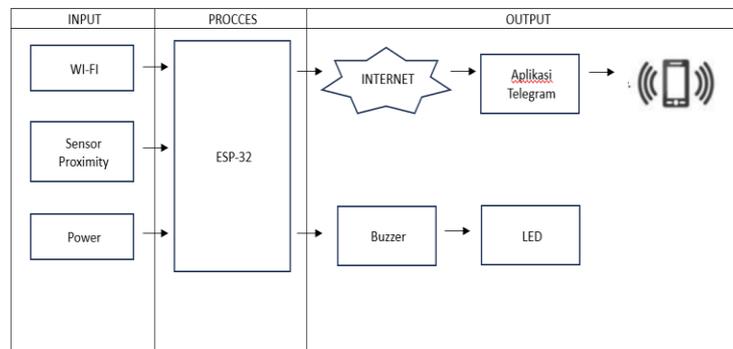
#### **6. Uji Coba Produk**

Tahap ini dilakukan setelah sistem keamanan berbasis sensor *proximity* mendapatkan penilaian dari para ahli bahwa sistem yang dikembangkan layak untuk diuji coba di lapangan. Uji coba dilakukan untuk mengevaluasi cara kerja dan fungsi sistem dalam mendeteksi objek asing serta efektivitasnya saat diterapkan pada *tunnel* garbarata *type glass* di *Gate 1* Terminal Domestik Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya.

#### **D. Perancangan Alat**

Prototipe sistem pemantauan cerdas ini dirancang dengan arsitektur berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk meningkatkan pengawasan operasional pada garbarata. Sistem ini mengintegrasikan sensor *proximity* yang dipasang secara presisi pada celah kritis di *tunnel* garbarata tipe kaca Terminal Domestik Bandar Udara Juanda. Setiap data yang menangkap adanya objek atau jarak yang tidak sesuai standar akan diproses oleh mikrokontroler dan dikirimkan secara *real-time* ke *platform cloud*. Selanjutnya, sistem secara otomatis meneruskan notifikasi peringatan (*alert*) ke aplikasi Telegram, sehingga memungkinkan personel darat dan tim operasional untuk melakukan monitoring jarak jauh serta merespons potensi insiden secara instan melalui komputer maupun perangkat *mobile* yang terkoneksi internet.

## 1. Perancangan Alat

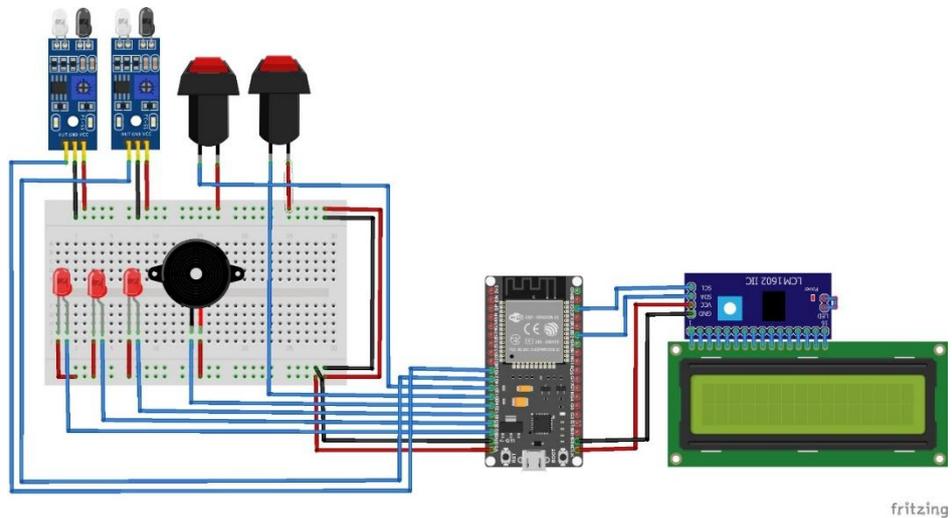


**Gambar III. 3 Diagram Sistem Produk**

Gambar diatas merupakan diagram blok implementasi *internet of things* pada sistem keamanan berbasis sensor *proximity* di *tunnel* garbarata. Diagram blok di atas menggambarkan diagram skema hubungan antara perangkat atau sensor dalam penelitian ini, serta deskripsi *input*, proses dan *output*.

- a) Pada bagian input terdapat sensor *proximity*. Pertama sensor akan mendeteksi objek pada celah *tunnel* garbarata. Selanjutnya wifi berfungsi untuk mentransmisikan koneksi jaringan internet, mikrokontroler dan smartphome terhubung ke internet sehingga data pembacaan sensor dapat diproses melalui mikrokontroler dan dikirim ke smartphome dalam jaringan internet di aplikasi telegram. Selain itu terdapat power untuk mensuplai tegangan ke mikrokontroler.
- b) Bagian *process*, data informasi atau data pembacaan sensor akan diproses oleh mikrokontroler, tahap pengolahan ini sangat penting karena pada tahap ini pembacaan sensor akan diproses sehingga menghasilkan keluaran yang sesuai. Sensor *proximity* menggunakan pin analog pada mikrokontroler ESP32.
- c) Pada output, terdapat keluaran pada sistem ini yaitu menampilkan informasi pada platform telegram dan memberikan notifikasi berdasarkan objek yang terdeteksi.

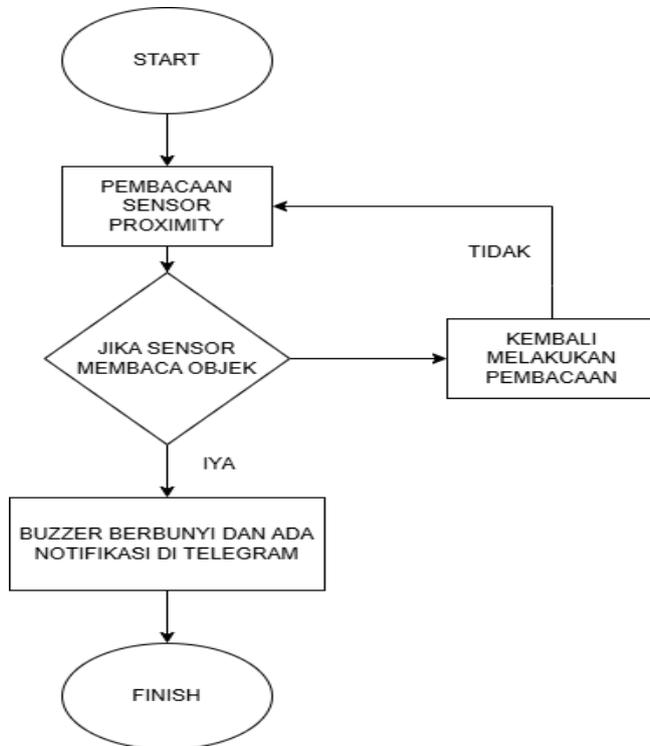
## 2. Desain Alat



**Gambar III. 4 Wiring Diagram Prototype**

Pada desain alat ini digambarkan cara kerja sistem keamanan menggunakan sensor *proximity* dan mikrokontroler yang juga terhubung ke telegram. Sinyal analog yang berasal dari sensor selanjutnya dikonversikan oleh ADC (*Analog Digital Converter*) yang terdapat di dalam mikrokontroler dengan bentuk sinyal digital, kemudian diproses pada mikrokontroler ESP32 sehingga menghasilkan perintah untuk menhidupkan lampu indikator dan *buzzer* jika ada objek yang terdeteksi dan pada LCD monitor untuk menampilkan keterangan adanya objek yang terdeteksi oleh sensor. Selain itu, mikrokontroler terkoneksi ke telegram menggunakan jaringan internet agar dapat diakses dan dipantau secara jarak jauh melalui aplikasi telegram pada perangkat *mobile* atau komputer.

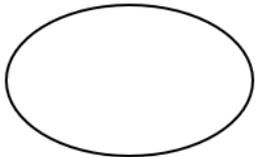
### 3. Cara Kerja Alat

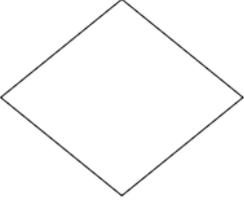


**Gambar III. 5 Flowchart Cara Kerja Rancangan**

Berikut ini penjelasan tentang simbol-simbol yang digunakan pada *flowchart* diatas, sebagai berikut:

**Tabel III. 5 Penjelasan Simbol-Simbol Flowchart**

SIMBOL	FUNGSI
	Menunjukkan awal atau akhir dari proses
	Menggambarkan suatu operasi atau tindakan yang harus dilakukan.

	<p>Mengindikasikan titik di mana keputusan harus dibuat. Biasanya ada dua atau lebih jalur keluar dari simbol ini, berdasarkan kondisi ya atau tidak (benar atau salah).</p>
	<p>Menunjukkan alur proses atau hubungan antar langkah</p>

Sistem rancangan alat ini dirancang untuk beroperasi secara otomatis dengan memanfaatkan integrasi antara sensor dan pemrosesan data yang canggih. Ketika alat diaktifkan, sensor *proximity* segera mulai mendeteksi keberadaan objek di sekitarnya. Informasi yang diperoleh oleh sensor ini kemudian dikirimkan ke NodeMCU ESP32 sebagai unit pengendali utama. NodeMCU ESP32 memproses data yang diterima sesuai dengan program yang telah ditanamkan. Apabila sistem mendeteksi adanya objek di area yang dipantau, NodeMCU ESP32 akan secara otomatis mengaktifkan *buzzer* sebagai peringatan. Sebaliknya, jika tidak ada objek yang terdeteksi, *buzzer* akan tetap dalam kondisi nonaktif, sehingga tidak mengeluarkan bunyi. Dengan alur kerja yang efisien ini, sistem tidak hanya menawarkan kemudahan dalam pengoperasian tetapi juga memastikan respon yang cepat dan akurat terhadap kondisi di lapangan, menjadikannya solusi ideal untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi operasional.

## E. Komponen Dalam Pembuatan Alat



**Gambar III. 6** Komponen Pembuatan Alat

Pengumpulan alat dan bahan melibatkan persiapan alat dan materi yang diperlukan untuk memudahkan pembuatan prototipe. Alat yang diperlukan meliputi:

**Tabel III. 6** Komponen Alat dan Bahan

No.	Alat dan Bahan	Jumlah
1	Obeng	1
2	Gunting	1
3	Solder	1
4	Tang Jepit	1
5	Solder	1
6	Tang Pengupas Kabel	1
7	Sensor Proximity	2
8	Kabel	3 meter
9	Tespen	1
10	Adaptor	1

## F. Teknik Uji Coba Alat

Pengujian dilakukan untuk memastikan kinerja perangkat keras dan perangkat lunak dalam sistem. Pengujian hardware melibatkan sensor *proximity*, tampilan LCD, lampu indikator, dan *buzzer* untuk memeriksa bahwa ada objek yang terdeteksi. Pengujian *software* dilakukan dengan menghubungkan mikrokontroler ESP32 dengan aplikasi telegram, memantau objek yang terdeteksi dan menguji notifikasi pada setiap objek yang di uji cobakan. Dengan menggabungkan pengujian *hardware* dan *software*, sistem dapat memantau, mengontrol, dan memberikan notifikasi secara akurat secara *real-time*.

## G. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat melakukan penelitian dan pengujian Alat Sistem Keamanan Berbasis Sensor *Proximity* pada *Tunnel Garbarata Type Glass* di Terminal Domestik berada di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya. Sehingga penelitian ini berdasarkan pengalaman dan observasi secara langsung yang terjadi di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya pada saat melaksanakan *On the Job Training* (OJT). Sementara waktu yang dibutuhkan mulai dari awal melakukan penelitian hingga ke tahap akhir adalah sebagai berikut:

**Tabel III. 7 Waktu Kegiatan Penulis**

Kegiatan	Bulan					Indikator Pencapaian
	Sep/Jan	Feb	Mar	Apr/Mei	Jun/Jul	
Penentuan Tema TA						Perancangan Alat
Pengajuan Judul						Perancangan Alat
Pencarian Materi						Perancangan Alat
Penyusunan Proposal						Perancangan Alat
Sidang Proposal						Perancangan Alat
Pelaksanaan Penelitian						Alat Uji Coba
Pelaksanaan BAB IV dan V						Alat Uji Coba
Pelaksanaan Sidang TA						Alat Uji Coba