



## Desain Pemanfaatan Bahan Peledak Expired Dan Failur Menggunakan Metode Sloping Dan Molding Berperspektif FAST Dan HIRADC (*Usability Design for Expired and Failure Explosive through Sloping and Molding Methods with FAST dan HIRADC Perspective*)

Nunik Endah Sulistiyawati<sup>1</sup>, Rony Prabowo<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Magister Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Jl. Arif Rahman Hakim No. 100 Surabaya, Indonesia

### INFORMASI ARTIKEL

#### Halaman:

54 – 66

#### Tanggal penyerahan:

3 Agustus 2022

#### Tanggal diterima:

16 Agustus 2022

#### Tanggal terbit:

30 September 2022

### EMAIL

<sup>1</sup>[nuniekendahsulistiyawati2229@gmail.com](mailto:nuniekendahsulistiyawati2229@gmail.com)

<sup>2</sup>[rony.prabowo@itats.ac.id](mailto:rony.prabowo@itats.ac.id)

### ABSTRACT

Explosives come from natural resources, which were initially just ordinary materials or compounds where humans did not yet know the elements, functions, and effects. With time, humans conducted research when they saw the reactions arising from natural chemical reduction's effects. This research developed as a refinement of explosive products from time to time according to the functions and benefits for the benefit of the development of a region or country. International crime has become a threat to countries around the world. The development of technology and the flow of information resulted in a new order of life in various dimensions. The circulation of weapons or conventional explosives that weapons manufacturers have made is in great demand by many countries, including the Indonesian nation, as a tool used and used by the TNI to maintain security and maintain the sovereignty of the Unitary State of the Republic of Indonesia. Adopting these problems, further research can be carried out on expired/failed explosives to be reused for their functions. The extermination that has been carried out so far poses a risk to the environment and living things. The use of explosives using the sloping and molding method designed with FAST and HIRADC in mind is expected to provide a solution to minimize risks to both the environment and living creatures around it.

**Keywords:** Keywords: sloping, molding, fast, hiradc

### ABSTRAK

Bahan peledak berasal dari sumber daya alam yang awalnya hanya sebuah material atau senyawa biasa yang mana manusia belum mengetahui unsur, fungsi dan akibat yang ditimbulkan, dengan berjalannya waktu manusia melakukan penelitian ketika melihat reaksi yang timbul dari akibat reduksi kimia secara alamiah, hal tersebut berkembanglah penelitian sebagai suatu penyempurnaan produk peledak dari masa ke masa sesuai fungsi dan manfaat untuk kepentingan perkembangan suatu wilayah atau negara. Kejahatan internasional sudah menjadi ancaman bagi negara di seluruh dunia. Perkembangan teknologi dan arus informasi mengakibatkan tatanan kehidupan baru dalam berbagai dimensi. Peredaran senjata atau bahan peledak konvensional yang telah dibuat oleh produsen senjata banyak diminati oleh banyak negara termasuk bangsa Indonesia sebagai alat yang dipakai dan digunakan oleh TNI untuk mempertahankan keamanan serta menjaga wilayah kedaulatan Negara Kesatuan Republik Indonesia. Mengadopsi dari permasalahan tersebut maka dapat dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap bahan peledak yang expired/failure untuk dimanfaatkan kembali fungsinya. Pemusnahan yang dilakukan selama ini menimbulkan risiko baik bagi lingkungan maupun makhluk hidup, pemanfaatan bahan peledak dengan metode sloping dan molding yang telah di desain dengan mempertimbangkan FAST dan HIRADC diharapkan memberikan solusi untuk meminimalisir risiko baik bagi lingkungan dan **Kata kunci:** ergonomi, optimasi, riset operasi, manajemen ran makhluk hidup yang disekitarnya

**Kata Kunci:** sloping, molding, fast, hiradc

## PENDAHULUAN

Senjata konvensional adalah senjata pemusnah massal [1] mengakibatkan kerusakan dan kematian massal seperti senjata nuklir, senjata biologi, dan senjata kimia. Salah satu dari senjata konvensional tersebut yang paling berbahaya dalam peperangan dan konflik [2]. Dampak dari penyebaran senjata konvensional mulai dirasakan dan sangat meresahkan pasca perang dan konflik terjadi. Hal ini dikarenakan pengalihfungsian lahan bekas area peperangan yang seringkali diubah oleh masyarakat sipil menjadi pemukiman yang baru. Akibat bahan peledak yang masih tersisa dan sengaja ditinggalkan oleh tentara pada masa lalu, banyak temuan bahan peledak atau senjata yang masih aktif dan dapat menimbulkan reaksi ledakan, jika tidak dilakukan secara hati-hati telah dilaporkan oleh masyarakat kepada pihak terkait untuk mengevakuasi temuan tersebut.

Faktor yang menyebabkan kegiatan kejahatan transnasional marak terjadi adalah antara lain perkembangan globalisasi, pergerakan manusia atau migrasi, serta perkembangan teknologi, informasi, komunikasi, dan transportasi yang sangat pesat serta keadaan ekonomi dan politik yang tidak stabil juga dapat menjadi faktor terjadinya kejahatan transnasional [5]. Kejahatan tumbuh dan berkembang seiring dengan kemajuan teknologi informasi dan transportasi internasional, ketiga kejahatan tersebut disebabkan oleh kondisi sosial, politik, ekonomi, pertahanan, keamanan, dan teknologi yang berkembang pesat di berbagai negara juga kebijakan dalam dan luar negeri suatu negara yang menjadi sasaran dari kejahatan ini [6]. Dengan sering terjadinya kejahatan transnasional membuat setiap negara untuk bekerjasama dengan negara lain.

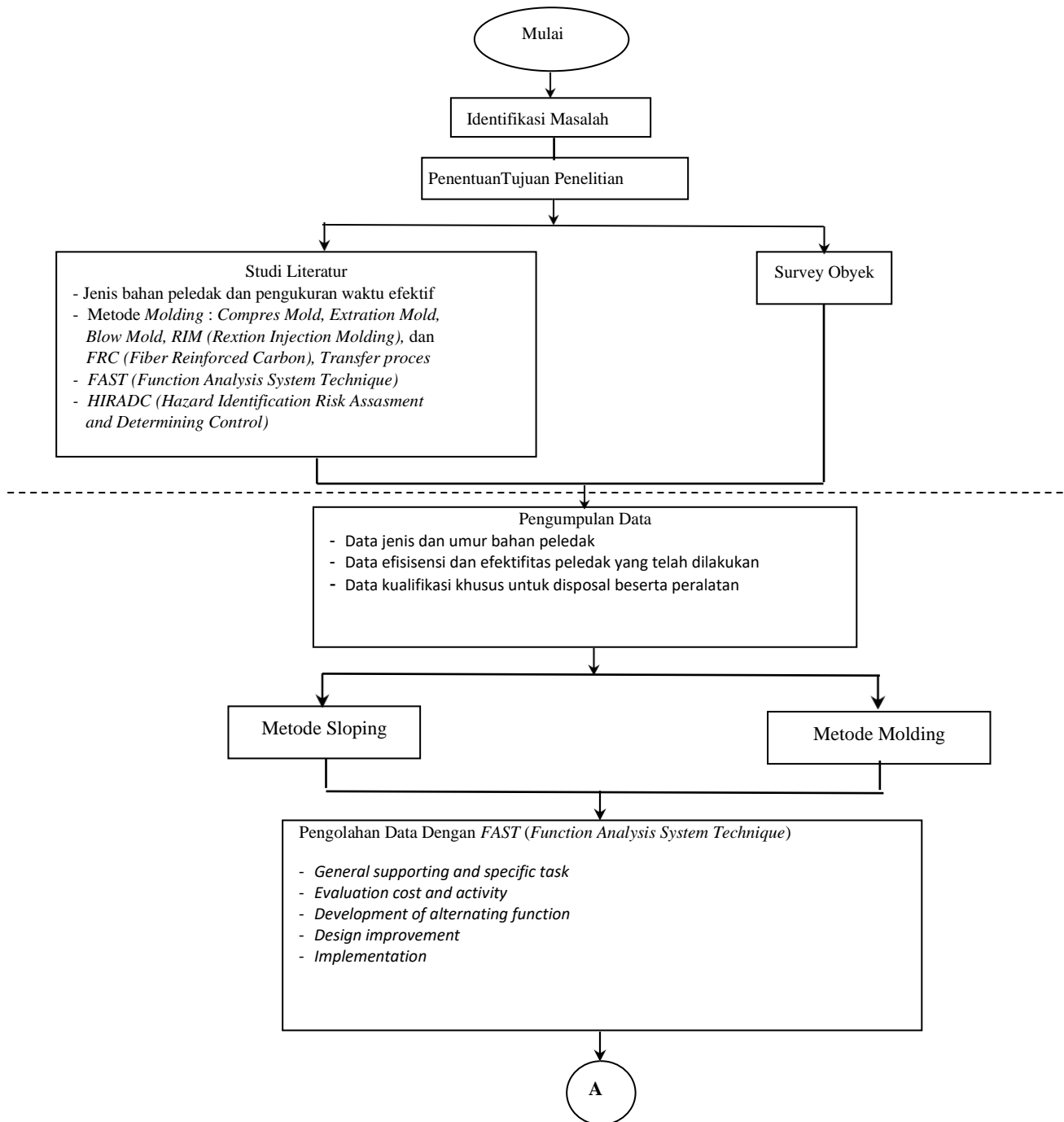
Untuk mengatasi kejahatan, transnasional tersebut karena kejahatan transnasional tidak hanya melibatkan satu negara, melainkan melibatkan lebih dari satu negara yang memiliki aturan dan regulasi yang berbeda-beda dalam menangani suatu kasus kejahatan transnasional. Kegiatan ini juga membutuhkan kerjasama yang erat antara berbagai organisasi seperti polisi, bea cukai, lembaga perlindungan perbatasan dan jasa peraturan [7]. Peredaran senjata atau bahan peledak konvensional yang telah dibuat oleh produsen senjata banyak diminati oleh banyak negara termasuk bangsa Indonesia sebagai alat yang dipakai dan digunakan oleh Tentara Nasional Indonesia (TNI) untuk mempertahankan keamanan serta menjaga wilayah kedaulatan Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) [8].

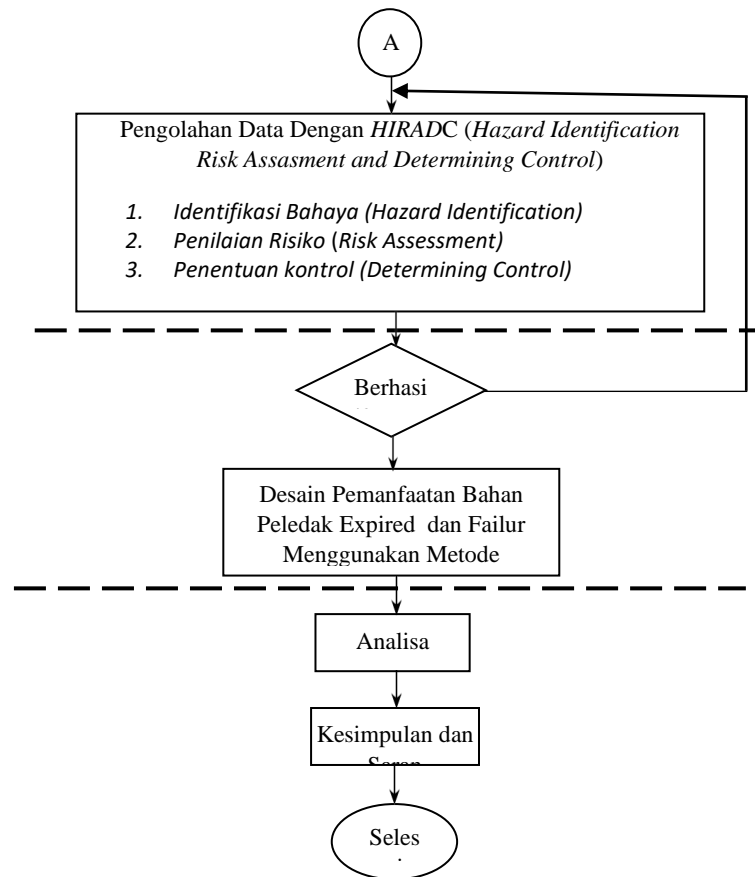
Pada senjata strategis yang digunakan akan ada masa fase *expired* atau kadaluarsa sebagai bentuk optimalisasi fungsi dan kegunaan yang telah dibuat, belum juga terjadi kerusakan pada yang tidak bisa digunakan sebagai solusi yang digunakan saat ini yaitu dengan cara peledakan, penyumuran, pembuangan dilaut lepas, dan pelarutan dengan senyawa kimia, dari solusi yang dilakukan tidak sedikit dampak negatif atau kerugian baik bagi lingkungan tempat dilakukannya pemusnahan maupun personal, mengadopsi dari permasalahan tersebut maka dapat dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap senjata atau bahan peledak yang telah rusak atau *expired* untuk dimanfaatkan kembali fungsinya [9].

Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengurai bahan peledak yang tidak bisa digunakan dan dipakai yang disebabkan oleh faktor teknis maupun non teknis sehingga dengan menggunakan metode yang diteliti mempermudah pemanfaatan kembali bahan peledak yang sebelumnya tidak bisa digunakan menjadi dapat digunakan tanpa mengubah fungsi dari bahan peledak tersebut. dengan tetap mempertimbangkan desain FAST (*Function Analysis System Technique*) dan mempertimbangkan *Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control* (HIRADC) sebagai bentuk risk assessment atau identifikasi bahaya yang bertujuan untuk mengetahui penerapan manajemen risiko, pengendalian risiko dan aspek K3L (Kesehatan dan Keselamatan Kerja Lapangan) [10].

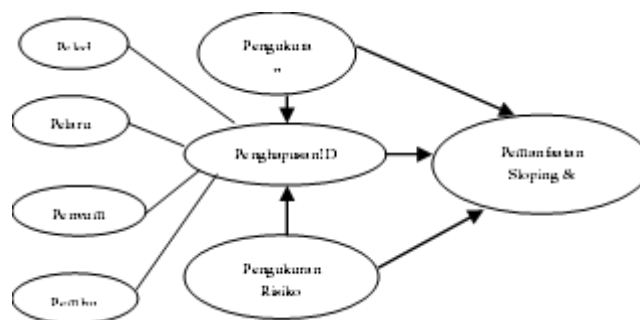
## METODE

Pada penelitian ini terkait pengolahan bahan peledak dapat dibuat beberapa langkah ilmiah sebagai berikut:





pelaksanaan pemusnahan bahan peledak/amunisi ada beberapa metode yang digunakan diantaranya peledakan, pembuangan, pelarutan dan penyumuran, dari pelaksanaan metode disposal yang telah dilakukan ada faktor-faktor yang berakibat buruk terhadap dampak lingkungan, biaya yang tinggi dan tempat yang dibutuhkan sangat luas. Metode pemusnahan amunisi/bahan peledak dapat diuraikan sebagai berikut :



Gambar 1. Kerangka Berpikir Penelitian

Pemusnahan dengan metode peledakan dilakukan dengan cara diledakkan di daerah yang luas dan terbuka selain hasilnya akan hancur dan tidak akan mengakibatkan efek yang membahayakan dari penyimpanan yang dilakukan selama ini juga akan musnah dan aman akan tetapi efek samping akan terjadi jika syarat-syarat pemusnahan dengan metode ini tidak dilakukan dengan seksama dan dipertimbangkan secara teliti dan cermat, Pemusnahan dengan metode pembuangan Indonesia telah menentukan wilayah laut sebagai zona pembuangan senjata/bahan peledak salah satunya adalah perairan selat Bali yang memiliki kedalaman 200 meter lebih sehingga layak digunakan sebagai tempat pembuangan amunisi/bahan peledak. Ada halnya senjata/bahan peledak dimusnahkan dengan cara pembuangan dikarenakan amunisi ini sangat sensitif/peka.

Pemusnahan dengan metode pelarutan metode ini dapat merupakan salah satu dari metode penghapusan amunisi yang jarang sekali dilakukan dikarenakan efek kerugian yang ditimbulkan sangat tinggi dan biaya yang dihabiskan untuk pemusnahan ini sangatlah besar sehingga cara ini sebagai referensi solusi terakhir jika volume yang dihapuskan sangat sedikit, dalam metode pelarutan bahan kimia yang digunakan adalah aceton. Pemusnahan dengan metode penyumuran langkah pemusnahan ini bagian salah satu langkah dalam pemusnahan sebagai alternatif untuk volume sedikit selain mudah, cepat, tidak banyak mengeluarkan dana serta efektif dengan cara mengubur bahan peledak pada kedalaman  $\pm 5-7$  meter yang selanjutnya sebelum ditimbun tanah dilakukan pemberian garam grosok dilanjutkan penimbunan.

Secara prosedural metode ini adalah salah satu solusi untuk pemusnahan tetapi kembali dalam jangka waktu lama akan tetap memberikan dampak kerugian bagi lingkungan, Pemusnahan dengan metode *sloping* dan *molding* Dari metode-metode pemusnahan amunisi/bahan peledak yang dilakukan selama ini merupakan cara atau alternatif untuk menghapuskan suatu senjata/bahan peledak yang tidak berfungsi/rusak atau mengalami masa kadaluarsa yang jika dilakukan penyimpanan dalam jangka waktu yang lama/tidak bisa ditentukan dapat memiliki resiko yang berdampak buruk baik terhadap personil/pengawak gudang penyimpanan maupun materiil/gudang sebagai tempat penyimpanan jika tidak segera dilakukan pemusnahan, Dari metode pemusnahan yang telah diuraikan di atas dapat disimpulkan bahwasannya dalam pemusnahan bahan peledak.

Yang dapat dilakukan untuk saat ini bisa dikatakan relatif aman akan tetapi dampak yang akan ditimbulkan dan diterima jangka panjang akan memiliki resiko yang tinggi baik pada lingkungan hidup dan manusia, oleh karena itu peneliti mencoba untuk melakukan pemanfaatan bahan peledak yang telah memasuki masa *expired* dan *failur*. Hal ini dilakukan untuk mengurangi sedikit risiko terhadap pemusnahan bahan peledak, proses pengklasifikasian dalam menentukan perlakuan amunisi wajib dilaksanakan karena setiap bahan peledak mempunyai sistim dan karakteristik yang berbeda-beda sehingga harus memahami dan mengetahui sebelum melaksanakan pemusnahan untuk menghindari bahaya baik personil maupun materiil mengingat sifat dari amunisi sangat sensitif dan rentan terhadap gesekan, benturan, suhu dan kelembapan.

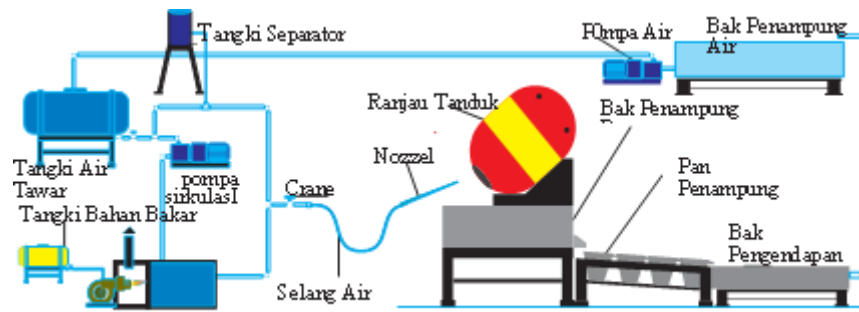
Pengukuran efektifitas dengan *Fuction Analysis System Technique* (FAST) Pelaksanaan pemanfaatan bahan peledak dispose perlu dilakukan pengukuran efektifitas dalam penerapan analisis pada sistem fungsi teknik yang diterapkan karena sebelum penelitian dilakukan perlu adanya aktivitas dalam mengidentifikasi fungsi, mengklasifikasikan fungsi, dan pengembangan fungsi Identifikasi fungsi meliputi kesederhanaan struktur berfikir seperti dalam kegiatan *reusable* bahan peledak ketika bisa dimanfaatkan dalam pengolahan kembali kenapa tidak dilakukan selama dapat mengerti dan memahami karakteristik serta sistem dari senjata/bahan peledak yang dijadikan obyek.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data bahan peledak yang akan dilakukan proses *sloping* adalah Ranjau tanduk/jangkar KB M 26 dengan masa pemakaian 10 tahun, dari beberapa bahan peledak yang akan di *disposal* meliputi amunisi yang memasuki masa *expired* dan mengalami *failur*.

### Metode Sloping

Selanjutnya menggunakan metode *sloping* memiliki pengertian dasar dari kata *slope* yang berarti kemiringan, hal ini merupakan teknik dasar pada saat melakukan kegiatan dalam mengeluarkan bahan peledak dari amunisi dengan meletakkan amunisi pada sudut kemiringan  $30^\circ$  sampai  $45^\circ$  hal ini dimaksudkan untuk memudahkan mengeluarkan isi bahan peledak dari amunisi. Sebelum melaksanakan kegiatan *sloping* harus dipastikan bahwa amunisi sudah dalam kondisi aman setelah selesai *disassembly*, pada saat posisi amunisi berada pada sudut yang telah ditentukan maka kegiatan *sloping* siap untuk dilakukan.

Gambar 2. Proses *Sloping*

Keterangan gambar beserta spesifikasi terkait dengan metode *sloping*.

1. Tangki air tawar digunakan untuk proses mengeluarkan isi handak yang akan di *sloping* dengan spesifikasi panjang 1,5 M, lebar 80 cm dengan diameter 0,8 meter dan tinggi 100 meter, dengan perhitungan:

$$\begin{aligned}\frac{1}{2} \times d \times t &= \pi r^2 \times \left(\frac{1}{2}\right) \times t = \frac{22}{7} \times (0,4)^2 \times \frac{1}{2} \times 1 \\ &= 3,14 \times 0,16 \times 0,5 \times 1 = 0,251 \text{ m}^3 = 0,251 \times 10^3 \\ &\text{sehingga dapat menampung air dengan volume air } 251 \text{ dm}^3\end{aligned}$$

2. Tangki separator digunakan untuk mengurangi tekanan uap pada pipa karena pada saat panas yang dihasilkan dari mesin *water boiler*, semakin panas maka tekanan semakin tinggi agar pipa yang terpasang tidak mengalami tekanan yang tinggi sehingga pipa akan pecah, dengan spesifikasi panjang 1 M, lebar 60 cm dengan diameter 0,6 meter dan tinggi 100 meter dengan perhitungan:

$$\begin{aligned}\frac{1}{2} \times d \times t &= \pi r^2 \times \left(\frac{1}{2}\right) \times t = \frac{22}{7} \times (0,3)^2 \times \frac{1}{2} \times 1 \\ &= 3,14 \times 0,9 \times 0,5 \times 1 = 1,413 \text{ m}^3 = 1,413 \times 10^3 \\ &\text{sehingga daya tampung uap pada tangki mampu menampung volume air } 141 \text{ m}^3\end{aligned}$$

3. Tangki bahan bakar digunakan untuk bahan bakar pendukung proses bekerjanya *water boiler* dalam proses *sloping* dengan spesifikasi panjang 1 M, lebar 100 meter dengan diameter 100 meter dan tinggi 100 meter, dengan perhitungan:

$$\begin{aligned}\frac{1}{2} \times d \times t &= \pi r^2 \times \left(\frac{1}{2}\right) \times t = \frac{22}{7} \times (0,5)^2 \times \frac{1}{2} \times 1 \\ &= 3,14 \times 0,25 \times 0,5 \times 1 = 0,3925 \text{ m}^3 = 0,3925 \times 10^3\end{aligned}$$

sehingga dapat menampung bahan bakar berupa solar dengan volume 392,5 Liter

4. Tangki air digunakan untuk menampung air panas yang telah dipanaskan dengan *water boiler* yang berfungsi untuk disemprotkan mengeluarkan isi bahan peledak pada proses *sloping* dengan spesifikasi panjang 1 M, lebar 100 meter dengan diameter 100 meter dan tinggi 100 meter, dengan perhitungan:

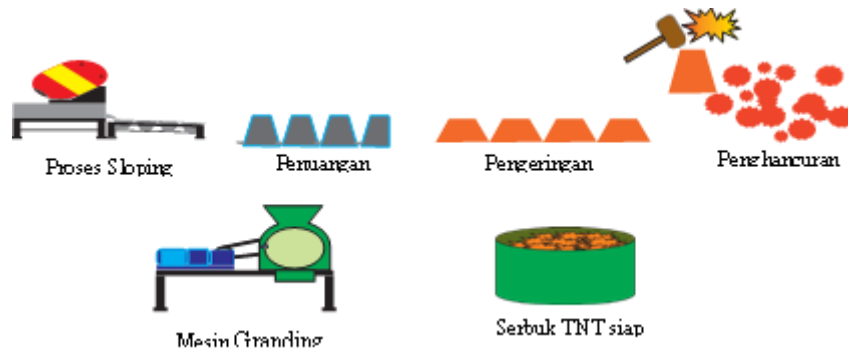
$$\begin{aligned}\frac{1}{2} \times d \times t &= \pi r^2 \times \left(\frac{1}{2}\right) \times t = \frac{22}{7} \times (0,5)^2 \times \frac{1}{2} \times 1 \\ &= 3,14 \times 0,25 \times 0,5 \times 1 = 0,3925 \text{ m}^3 = 0,3925 \times 10^3 \\ &\text{sehingga dapat menampung air panas dengan volume } 393 \text{ dm}^3\end{aligned}$$

### Metode *Granding*

Setelah melakukan proses *sloping* langkah berikutnya adalah *grinding*, langkah ini dilakukan setelah melakukan penuangan bahan peledak hasil *sloping* yang ada pada bak dan panci penampungan serta bak pengendapan, proses selanjutnya lakukan pengeringan selama 3 X 24 jam dengan tujuan meminimalisir kadar air yang terkandung pada bahan peledak. Hal ini dilakukan untuk memudahkan dalam pelaksanaan proses *grinding* bahan peledak yang sudah kering dilakukan pemecahan dengan alat yang terbuat dari bahan yang tidak dapat menimbulkan percikan

api seperti kayu, batu dan sejenisnya Setelah hasil *sloping* dipecah langkah selanjutnya adalah melaksanakan proses *grending*.

Proses ini dilakukan dengan menggunakan mata grenda yang terbuat dari kuningan dikarenakan dalam penggunaan alat harus menghindari gesekan yang dapat menimbulkan percikan api dan proses *grending* ini dilakukan untuk mendapatkan tekstur bahan peledak yang berbentuk *powder*. Setelah proses *grending* dinyatakan selesai langkah selanjutnya adalah melakukan proses *mealting*.



Gambar 3. Proses *Grending*

1. Pada proses penuangan dengan spesifikasi panjang 1 M, lebar 100 meter dengan tinggi 1 meter dan diameter 0,4 meter, dengan perhitungan:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \times d \times t &= \pi r^2 \times \left(\frac{1}{2}\right) \times t = 22/7 \times (0,2)^2 \times \frac{1}{2} \times 1 \\ &= 3,14 \times 0,4 \times 0,5 \times 1 = 0,628 \text{ m}^3 = 0,628 \times 10^3 \\ &\text{sehingga volume yang tertuang } 393 \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

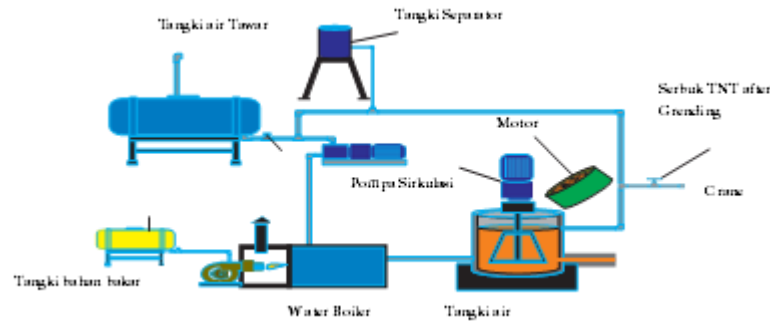
2. Pada proses pengeringan dengan spesifikasi panjang 0,9 meter, lebar 0,8 meter dengan tinggi 1 meter dan diameter 0,3 meter, dengan perhitungan:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \times d \times t &= \pi r^2 \times \left(\frac{1}{2}\right) \times t = 22/7 \times (0,2)^2 \times \frac{1}{2} \times 1 \\ &= 3,14 \times 0,15 \times 0,5 \times 1 = 0,2355 \text{ m}^3 = 0,2355 \times 10^3 \\ &\text{sehingga volume yang tertuang } 236 \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

### Proses Molding

Setelah melakukan proses *molding* langkah selanjutnya adalah mencetak, ada tiga model cetakan yang didesain dengan kegunaan yang berbeda. Pada metode *molding* diperlukan persiapan cetakan atau *molding* untuk membentuk bahan peledak sesuai bentuk dan ukuran yang telah di desain, proses *molding* ini dilakukan dengan ketentuan dalam setiap pengisian pada cetakan selalu ditambahkan tetril sebagai *booster* untuk menguatkan pada saat dilakukan peledakkan dengan berat 20% dari ukuran volume cetakan. dengan metode *molding*: proses awal sama seperti proses *sloping*, *grending* dan *mealting* yang dilanjutkan pada proses pencetakan atau *molding* Bahan yang di gunakan untuk cetakan *molding* yaitu dengan menggunakan bahan silicon rubber dengan elastisitas rubber 198 lbs dan besi tembaga dengan masa jenis logam 4,7 newton/m.

Hal ini dilakukan untuk memudahkan pelepasan ketika sudah kering. Ketika hasil bahan peledak telah dicetak siap dikeluarkan dari cetakan langkah selanjutnya adalah melaksanakan pengeboran sedalam 2 cm pada titik tengah diameter dari penampang hasil cetakan hal ini dimaksudkan untuk tempat pemasangan detonator ketika akan melakukan peledakkan. Pada tahapan proses *melting* hal yang sama dilakukan pemanasan pada saat melakukan *sloping* dengan memanaskan sistim *water boiler* sampai mencapai titik didih 100°C, proses awal sama seperti proses *sloping* yang membedakan adalah mesin *dough mixer* sebagaai pemanas tabung *dobel mantel* yang merubah serbuk TNT menjadi meleleh sehingga mempermudah dalam melakukan *molding*.

Gambar 4. Proses Teknik *Molding*

## METODE MOLDING

Pada saat melaksanakan *moldingi* diperlukan adanya penambahan 20% tetryl yang berfungsi sebagai *booster* sebesar 20% berat TNT yang dicetak sebagai penguat untuk meledak yang dipicu oleh detonator pada masing-masing desain diantaranya:

1. Model Balok dimaksudkan ketika dalam melakukan peledakan hasil yang diharapkan adalah tujuan dibentuk balok biasanya digunakan memutus rantai, menjebol tembok, melongsorkan tebing.



Gambar 5. Model Balok

2. Desain model kerucut model seperti kerucut ini dimaksudkan ketika dalam melakukan peledakan hasil yang diharapkan ketika terjadi peledakan mampu membuat lubang pada dataran obyek yang ditentukan sehingga hasil yang diharapkan sesuai.



Gambar 6. Model Kerucut

3. Desain model silinder bertujuan untuk memecah obyek yang memiliki kontur bebatuan seperti dipertambangan, gunung dan sejenisnya, diharapkan ketika dari hasil peledakan mampu menghancurkan dan membelah bagian yang terbesar dari suatu obyek yang dimaksud.

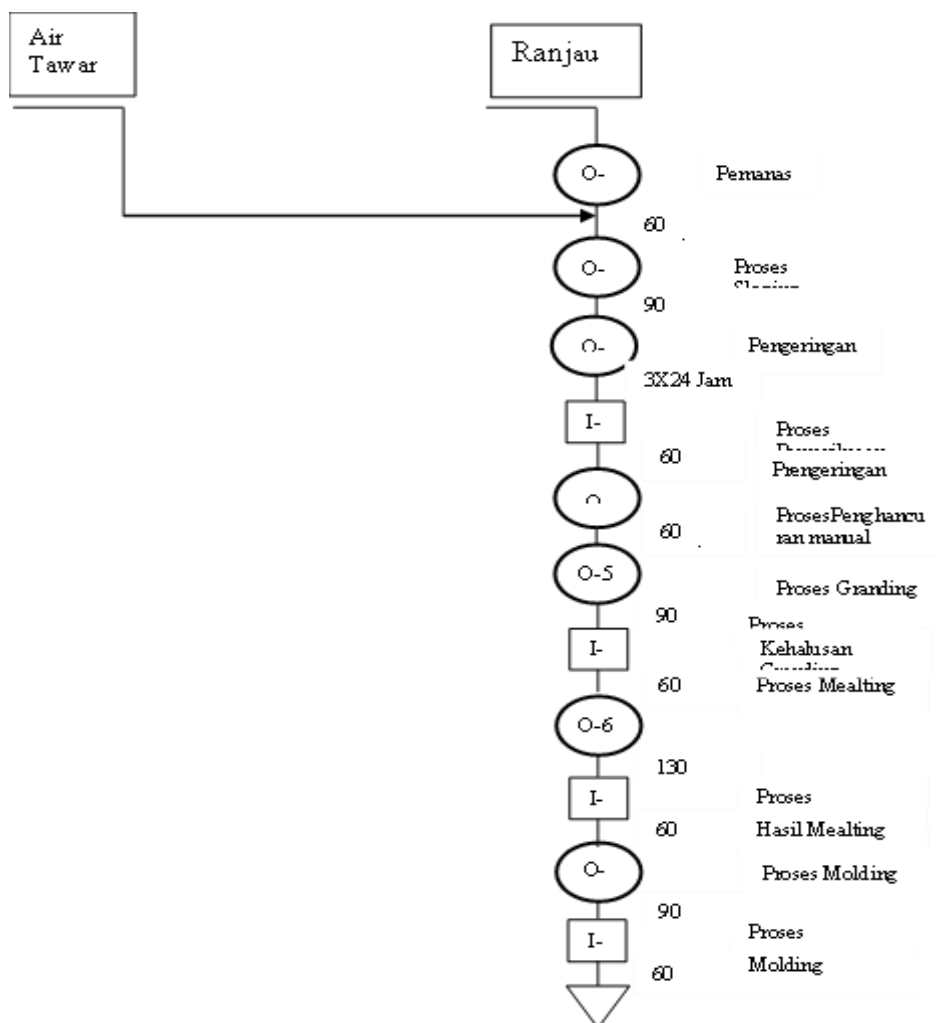


Gambar 7. Model Silinder



**METODE FAST (*Function Analysis System Technique*)**1. Proses *Operating Process Chart (OPC) Sloping & Molding*

Dalam pelaksanaan pemanfaatan bahan peledak langkah-langkah FAST yang harus dilakukan adalah *General supporting and specific task* meliputi: Berkordinasi dengan PIC (personal in charge) gudang dan personil dalmutu (pengendalian mutu) untuk mengambil data amunisi dan memastikan amunisi yang akan dilakukan disposal selanjutnya penyiapan personil yang berkopetent untuk melaksanakan *disassembly* amunisi menggunakan peralatan khusus (*special tools*) dalam melakukan *disassembly*. menyiapkan alat transportasi seperti forklif untuk mengangkut ranjau dari gudang ke tempat *disassembly* dan truk untuk mengangkut amonisi ke tempat bengkel *sloping*. Menyiapkan bahan bakar minyak untuk proses *sloping* selanjutnya Melaksanakan proses sloping Dilanjutkan melaksanakan proses *grending*. Diakhiri proses molding.

2. Proses *Operating Process Chart (OPC) Sloping & Molding*Gambar 8 (OPC) *Sloping & Molding*

## 3. Identifikasi Pemanfaatan Bahan Peledak

Pemanfaatan bahan peledak dilakukan tidak merubah fungsi dasar dari amunisi akan tetapi mengembangkan fungsinya secara bergantian dalam arti bahan peledak yang awalnya hanya berfungsi meledak dilaut dapat dialihkan fungsi dapat dilakukan peledakkan di darat dengan melalui proses yang telah di desain fungsi. Peningkatan desain dilakukan untuk

memperbanyak model dalam pemanfaatan bahan peledak, berbagai cara tapi fungsi dan manfaat yang sama serta hasil yang maksimal. Dalam pelaksanaan pemanfaatan bahan peledak desain sangat diperlukan mengingat risiko berhubungan dengan bahan peledak sangatlah tinggi untuk menjaga kondisi keselamatan baik personil maupun terhadap lingkungan dalam penggunaan pemanfaatannya. Dengan tetap melakukan prosedur yang telah dibuat dan ditetapkan untuk meminimalisasi risiko kecelakaan kerja dalam pelaksanaannya.

4. Identifikasi Fungsi Dasar Bahan Peledak

Fungsi dasar bahan peledak yang terdapat didalam amunisi dapat dikembangkan fungsinya secara bergantian dalam arti bahan peledak yang awalnya hanya berfungsi meledak dilaut dapat dialihkan fungsi dapat dilakukan peledakkan di darat dengan melalui proses yang telah di desain fungsinya, sebagai Sebagai senjata yang berfungsi di laut yang memiliki kehandalan dan jangkauan peledakkan yang kuat dalam perairan perlu adanya perlakuan khusus dalam perawatan dan maintenance serta menentukan masa pemakaian. Ketika memasuki masa pemakaian maka senjata laut ini akan dikonversikan fungsi dalam pemakaian yang awal digunakan dilaut akan digunakan di darat.

5. Desain Konversi Bahan Peledak

Pada pelaksanaan konversi yang telah dilakukan mendapatkan hasil yang telah didesain untuk fungsi dan manfaat yang sama tetapi yang membedakan media peledakkan. Pemanfaatan bahan peledak memerlukan pengembangan dalam peningkatan desain hal ini dilakukan untuk memperbanyak referensi model dengan fungsi dan manfaat yang sama secara maksimal. Pelaksanaan pemanfaatan bahan peledak dilakukan ketika ada bahan peledak yang telah memasuki masa habis penggunaannya maka perlu adanya pemanfaatan fungsi yang selama ini hanya habis diledakkan sedangkan fungsi masih bisa dimanfaatkan secara baik, sehingga pemanfaatan sangat diperlukan untuk efisiensi bahan peledak sehingga pada implementasinya proses pemanfaatan bahan peledak yang telah dilakukan.

Perlu adanya evaluasi untuk mengetahui bahwa yang telah di rencanakan, di desain dan pelaksanaan berjalan sesuai yang telah disusun untuk hasil yang lebih maksimal dan optimal. Pemanfaatan bahan peledak dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya suatu risiko bahaya yang disebabkan oleh penyimpanan bahan peledak yang sudah tidak digunakan lagi serta mengurangi dampak kerusakan akibat pemanfaatan yang dilakukan.

**METODE HIRADC (*Hazard Identification Risk Assasment and Determining Control*)**

Langkah- langkah HIRADC yang dilakukan dapat diuraikan sebagai berikut: Melakukan Identifikasi Bahaya (*hazard identification*) merupakan potensi bahaya dalam suatu proses yang dilakukan untuk mengenali seluruh situasi atau kejadian yang berpotensi sebagai penyebab kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja yang mungkin timbul ditempat kerja, sehingga segera dilakukan tindakan pencegahan dan pengendalian agar tidak mengakibatkan kerugian terhadap institusi maupun tenaga kerja. Langkah selanjutnya melakukan Penilaian risiko (*risk assessment*) yang merupakan proses mengevaluasi terhadap tinggi rendahnya tingkat risiko yang timbul dengan memperhitungkan hasil estimasi tingkat kekerapan dan tingkat keparahan, sehingga nantinya diklasifikasikan kedalam tingkat risiko tidak ada bahaya, bahaya rendah, bahaya sedang.

Bahaya serius, atau bahaya sangat tinggi sehingga hasil identifikasi potensi bahaya dan penilaian risiko ini menunjukkan bahwa pada bagian-bagian gudang penyimpanan amunisi tersebut terdapat potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja dan menimbulkan penyakit akibat kerja. Aktivitas berikutnya adalah penentuan kontrol (*detemining control*) hal ini dilakukan untuk pengendalian bahaya dan risiko dalam suatu situasi kerja dengan mempertimbangkan hierarki dari pengendalian eliminasi, substitusi, isolasi, *engineering control*, penandaan atau peringatan secara administrative control serta PPE (*Personal Pertective Equipment*) sebagai alat

pelindung diri, sehingga dalam merencanakan pemanfaatan bahan peledak dispose wajib melaksanakan dan mematuhi prosedur dan ketentuan yang ditetapkan.

Sebagai upaya untuk menekan risiko kecelakaan kerja, dari penjabaran penggunaan metode hiradc diatas dapat dilihat dalam penentuan kontrol (*Determining Control*) dapat dianalisa bahwa bahaya yang terdapat pada gudang penyimpanan amunisi merupakan pekerjaan yang memiliki tingkat risiko tinggi, dimana pada setiap risiko yang ditimbulkan atau diakibatkan jika terjadi suatu kecelakaan atau keteledoran baik yang disengaja maupun tidak akan berakibat berakibat fatality dan kerugian besar baik bagi personil, materiil maupun lingkungan sekitar. Pada penelitian pemanfaatan dapat dibandingkan tingkat efektifitas dan efisien berhubungan erat dengan konsep produktifitas dengan menggunakan perbandingan antara output yang dihasilkan terhadap input yang digunakan dalam pencapaian tujuan atau target yang telah ditentukan.

Semakin besar kontribusi output terhadap pencapaian tujuan maka semakin efektif program atau kegiatan yang telah direncanakan. Hasil dari pemanfaatan yang telah dilakukan maka dapat dibandingkan tingkat efektifitas dan efisien antara pemusnahan (*disposal*) dengan pemanfaatan bahan peledak. Pelaksanaan pemusnahan bahan peledak/*disposal* akan banyak melibatkan banyak unsur satuyang berkopentent dalam pelaksanaan *disposal*, hasil yang dilakukan dalam pelaksanaan pemusnahan berhasil dengan memusnahkan/menghilangkan bahan peledak tanpa ada sisa akan tetapi perlu diketahui bahwa pada pelaksanaan pemusnahan akan membutuhkan *cost*/biaya yang tidak sedikit. Efek yang ditimbulkan setelah pelaksanaan pemusnahan sangat tinggi pasca *disposal*, berupa kerugian baik didarat terhadap dampak lingkungan.

Kondisi lahan yang dijadikan obyek pemusnahan, lahan akan tandus dan susah untuk ditanami kembali dan tidak dapat dilakukan penguraian dikarenakan tanah sudah tercemar, Sedangkan untuk makhluk hidup yang ada di sekitar bagi manusia memungkinkan mengalami kerugian seperti rusaknya hunian dikarenakan getaran yang dihasilkan dari *disposal*, dan efek suara serta getaran ledakkan mengakibatkan sakit bagi masyarakat sekitar, belum lagi jika pemusnahan dilakukan di laut maka pencemaran terhadap ekosistem laut akan terancam walaupun negara telah menentukan wilayah perariran mana untuk tempat pembuangan bahan peledak namun tidak ada yang bisa memprediksi reaksi yang terjadi jika bahan peledak sudah ditenggelamkan di laut.

Pada proses pelaksanaan transportasi darat maupun laut untuk mengangkut bahan peledak berisiko tinggi baik bagi pengawak maupun yang berdampingan selama melaksanakan perjalanan pengangkutan, mengingat sifat bahan peledak yang sensitif terhadap suhu, tekanan benturan dan gelombang elektro magnetik serta faktor-faktor yang dapat mempengaruhi reaksi bahan peledak. Bahan peledak juga memiliki sifat abadi yang sampai kapanpun tidak akan musnah selama bentuk fisik masih berupa benda padat, dikarenakan bahan peledak akan musnah jika dalam reaksi kimia berubah menjadi gas (dengan cara proses pembakaran). Pelaksanaan pemanfaatan bahan peledak dapat dilakukan secara *intern* arsenal dan hanya melibatkan personil yang memiliki kualifikasi handak yang berkopentent.

Biaya serta aktivitas yang dilakukan dan yang dikeluarkan jauh lebih efektif dan efisien, Hasil pemanfaatan dapat digunakan lagi sesuai fungsi dan kegunaanya seperti latihan kemiliteran, tambang, membantu pembuatan akses jalan dengan membelah tebing, dan lain-lainnya.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada Desain Pemanfaatan Bahan Peledak *Expired* dan *Failur* Menggunakan Metode *Sloping* dan *Molding* Berperspektif *FAST* dan *HIRADC* dapat disimpulkan: Setiap amunisi yang telah memasuki masa *expired* atau mengalami kerusakan pada fungsi atau *body* (*failur*) harus sesegera mungkin dilakukan *disposal* atau pemusnahan dengan cara yang aman untuk menghindari reaksi kimia, radiasi yang ditimbulkan oleh amunisi serta efek negatif yang ditimbulkan oleh amunisi serta bahaya yang ditimbulkan dapat berakibat fatal baik untuk personal dan lingkungan. Dalam proses *disposal* amunisi tidak semua dapat dilakukan pemanfaatannya dikarenakan kandungan isi dari setiap amunisi dan sistem kerja (keamanan) tidak sama/berbeda.

Pelaksanaan pemanfaatan bahan peledak ini memerlukan komponen pendukung secara detail dan akurat serta personil yang profesional yang berkopeten. Perlu adanya analisa secara cermat pada sistem teknik dan penerapan pelaksanaan *disposal* untuk menghindari kegagalan dalam

proses *disposal*. Metode yang diterapkan pada penelitian pemanfaatan ini adalah sebagai upaya untuk memberikan solusi terhadap permasalahan pemusnahan atau disposal bahan peledak dan pencemaran lingkungan. Metode yang digunakan pada pemanfaatan ini untuk mempermudah dalam melakukan disposal atau pemusnahan Pada pelaksanaan pemanfaatan bahan peledak harus dapat menghitung antisipasi dalam mengidentifikasi bahaya dan dapat menilai tingkat risiko dari suatu pekerjaan yang ada sehingga akan mendapatkan gambaran terhadap prioritas pekerjaan mana dulu yang dapat dikendalikan bahayanya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. T. Regence, B. Bagaskara, J. Pitulima, and D. E. Andini, "Pengaruh Fragmentasi Hasil Peledakan Batugranit Terhadap Produktivitas Hopper Crusher di PT Bumi Warna Agung Perkasa Desa Air Mesu Kabupaten Bangka Tengah ( *Fragmentation Of Influence The Result Blasted Granit Rock To Hopper Crusher Productivities In PT B,*" pp. 1–5, 2018.
- [2] A. Al Faizah, A. Qadri, N. Okviyani, and E. T. Mahyuni, "Akibat Ledakan Pada Area Pit SM-A Tambang Batubara PT Sims Jaya," vol. 8, no. April, pp. 74–79, 2020.
- [3] U. S. Guard, *Explosion Danger Area Calculator*. .
- [4] A. Purbasari and A. J. Purnomo, "Penilaian Beban Fisik Pada Proses *Assembly Manual* Menggunakan Metode Fisiologis," *Sigma Tek.*, vol. 2, no. 1, p. 123, 2019.
- [5] A. F. Damayanti and N. A. Mahbubah, "Implementasi Metode Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control Guna Peningkatan Keselamatan dan Kesehatan Karyawan di PT ABC," *J. Serambi Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 1694–1701, 2021,
- [6] A. Zacoeb, *Metode Slope Deflection*. 2014, pp. 1–10.
- [7] Prabowo R, Suryanto AP. Implementasi Lean dan Green Manufacturing Guna Meningkatkan Sustainability pada PT. Sekar Lima Pratama. Jurnal SENOPATI: Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering. 2019 Sep 30;1(1):52-63.
- [8] H. Hasani, J. Mamizadeh, and H. Karimi, "*Stability of slope and seepage analysis in earth fills dams using numerical models (Case Study: Ilam DAM-Iran),*" *World Appl. Sci. J.*, vol. 21, no. 9, pp. 1398–1402, 2013.
- [9] B. Strong, *Blast Damage Estimation : Anti-Terrorist Planner for Dams*, no. m. pp. 0–2.
- [10] L. C. Dickey *et al.*, "*Slope stability of streambanks at saturated riparian buffer sites,*" *J. Environ. Qual.*, vol. 50, no. 6, pp. 1430–1439, 2021.
- [11] Prabowo R, Wijaya S. Integrasi New Seven Tools dan TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving) untuk Pengendalian Kualitas Produk Kran (Studi Kasus: PT. Ever Age Valves Metals–Wringinanom, Gresik). Jurnal Teknik Industri. 2020 Mar 31;10(1):22-30.
- [12] T. Ihsan, A. Safitri, and D. P. Dharossa, "Analisis Risiko Potensi Bahaya dan Pengendaliannya Dengan Metode HIRADC pada PT. IGASAR Kota Padang Sumatera Barat," *J. Serambi Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 1063–1069, 2020.
- [13] E. Farotti and M. Natalini, "*Injection molding. Influence of process parameters on mechanical properties of polypropylene polymer. A first study.,*" *Procedia Struct. Integr.*, vol. 8, pp. 256–264, 2018.
- [14] S. N. Indonesia, "Baku tingkat getaran peledakan pada kegiatan tambang ter-buka terhadap bangunan," *Badan Stand. Nasional, Jakarta*, 2010.
- [15] S. R. Jaka, T. S. Engineer, and T. Service, "Manajemen Peledakan Pada Kondisi Hot Ground di Tambang Terbuka," pp. 31–40, 2021.
- [16] R. Stighfarrinata and R. Prabowo, "Integrasi Pendekatan Markov Chain untuk Menyusun

RKAT (Rencana Kegiatan dan Anggaran Tahunan) yang Efisien Magister Teknik Industri ,  
Fakultas Teknologi Industri , Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya,” pp. 105–111.

- [17] A. Rizani, K. Umar, and M. Cardu, “Observasi Hasil Peledakan Menggunakan Metode  
Peledakan,” pp. 117–120.