

## **RANCANG BANGUN PAD SHOES TANK TEMPUR BERBASIS KOMPON KARET LOKAL NR EPDM DENGAN SISTEM CETAKAN PRESISI UNTUK KETAHANAN MEDAN EKSTRIM**

Irvin Kudligagal<sup>1)</sup> dan Farid HW.,S.T.,M.T.<sup>2)</sup>

<sup>1)2)</sup>Politeknik Angkatan Darat Desa Pendem Kecamatan Junrejo Kabupaten Kota  
Batu Jawa Timur 65324

E - mail : ambonbaim30@gmail.com

### **DESIGN AND DEVELOPMENT OF COMBAT TANK PAD SHOES BASED ON LOCAL NR-EPDM RUBBER COMPOUND WITH PRECISION MOLDING SYSTEM FOR EXTREME FIELD DURABILITY**

**Abstract:** *Combat vehicles require pad shoe components with high wear resistance, tear resistance, and dimensional stability under various operational conditions. This study designs tank pad shoes based on natural rubber (NR) and ethylene-propylene-diene rubber (EPDM) compounds utilizing locally sourced materials. A precision hot press molding system was employed to achieve accurate dimensions and consistent mechanical properties. Variations of carbon black filler and other additives were investigated to obtain an optimal balance of tensile strength, hardness, wear resistance, and thermal resistance. Laboratory test results show that the NR–EPDM combination with the optimum composition and precision molding technique can enhance pad shoe performance to meet military standards.*

**Keywords:** *pad shoes, combat tank, NR–EPDM rubber, precision molding, extreme durability*

**Abstrak:** Kendaraan tempur memerlukan komponen pad shoes yang memiliki ketahanan aus, sobek, serta stabilitas dimensi tinggi pada berbagai kondisi operasi. Penelitian ini merancang pad shoes tank berbasis kompon karet alam (Natural Rubber, NR) dan karet etilen-propilena-dien (EPDM) dengan memanfaatkan bahan lokal. Sistem cetakan presisi berbasis hot press molding digunakan untuk menghasilkan dimensi yang akurat serta konsistensi sifat mekanik. Variasi filler carbon black dan aditif lain diteliti untuk mendapatkan keseimbangan sifat tarik, kekerasan, ketahanan aus, serta ketahanan termal. Hasil uji laboratorium menunjukkan kombinasi NR–EPDM dengan komposisi optimum dan teknik cetakan presisi mampu meningkatkan performa pad shoes hingga sesuai standar militer.

**Kata kunci:** pad shoes, tank tempur, karet NR–EPDM, cetakan presisi, ketahanan ekstrem

## PENDAHULUAN

Industri pertahanan memerlukan material dengan ketahanan tinggi untuk mendukung kinerja kendaraan tempur di berbagai medan. Salah satu komponen vital adalah pad shoes tank yang berfungsi sebagai elemen kontak utama dengan permukaan jalan.

Karet alam (NR) merupakan salah satu komoditas utama Indonesia yang memiliki sifat elastisitas baik, kekuatan tarik tinggi, dan mudah divulkanisasi. Namun, kelemahannya adalah sensitivitas terhadap panas, ozon, dan pelapukan (Satwikanitya et al., 2023).

Untuk mengatasi kelemahan tersebut, diperlukan kombinasi dengan karet sintetis, salah satunya EPDM. EPDM memiliki ketahanan panas dan ozon yang sangat baik sehingga dapat meningkatkan performa kompon karet (Satwikanitya et al., 2023).

Penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa penggunaan filler seperti carbon black mampu meningkatkan sifat mekanik karet alam. Penambahan carbon black dapat meningkatkan tensile strength dan ketahanan aus. Selain itu, pemilihan bahan plasticizer juga berpengaruh. Minyak jelantah epoksi terbukti dapat meningkatkan kinetika vulkanisasi sekaligus memanfaatkan limbah minyak secara berkelanjutan (Satwikanitya et al., 2023).

Dari sisi manufaktur, kualitas pad shoes sangat ditentukan oleh teknik cetakan yang digunakan. Sistem hot press molding dengan pengaturan suhu, tekanan, dan waktu sangat mempengaruhi kualitas produk karet (Purba et al., 2023).

Penelitian terkait proses injection molding pada produk sol sepatu menunjukkan bahwa parameter cetakan yang presisi menghasilkan kualitas produk yang lebih baik (Purba et al., 2023). Prinsip ini dapat diterapkan dalam pembuatan pad shoes tank.

Kajian mengenai kompon NR berbasis thermoplastic vulcanizates (TPV) juga menunjukkan bahwa kombinasi NR dengan polimer lain dapat meningkatkan kepadatan dan ketahanan abrasi, yang relevan dengan aplikasi berat (Nurhajati & Lestari, 2021).

Di sisi lain, penelitian formulasi karet untuk selang bertekanan membuktikan bahwa ketahanan terhadap fluida, gas, serta tekanan dapat dicapai melalui kombinasi NR dengan karet sintetis serta pemilihan filler yang tepat (Nurhajati & Lestari, 2021).

Berbagai studi terdahulu tersebut memperlihatkan pentingnya pendekatan integratif: pemilihan bahan dasar (NR–EPDM), penguat (carbon black/fly ash), plasticizer, serta kontrol proses cetakan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini fokus merancang pad shoes tank tempur berbasis kompon NR–EPDM lokal dengan sistem cetakan presisi. Tujuannya adalah menghasilkan pad shoes yang tahan medan ekstrem sesuai tuntutan militer.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan bahan dasar NR lokal dan EPDM yang diformulasikan dengan tambahan carbon black, zinc oxide, stearic acid, sulfur, accelerator, dan plasticizer.

Formulasi kompon ditentukan dengan variasi rasio NR:EPDM (70:30, 60:40, 50:50 phr). Penambahan filler carbon black divariasikan antara 30–50 phr untuk mengetahui pengaruhnya terhadap sifat mekanik.

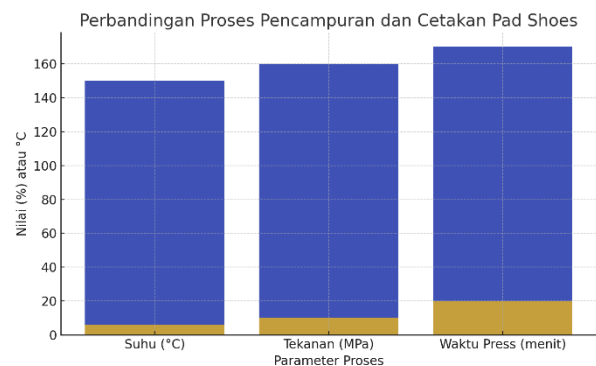
Plasticizer berbasis minyak jelantah epoksi ditambahkan untuk meningkatkan kompatibilitas antar fase polimer serta memperbaiki kinetika vulkanisasi (Satwikanitya et al., 2023).

Proses pencampuran dilakukan dengan internal mixer dilanjutkan two-roll mill. Tahap ini bertujuan mendispersikan filler dan aditif secara homogen (Nurhajati & Lestari, 2021).

Cetakan pad shoes dirancang menggunakan metode hot press molding. Parameter yang diuji meliputi suhu 150–170 °C, tekanan 6–10 MPa, dan waktu press 10–20 menit (Purba et al., 2023).

Produk yang dihasilkan kemudian diuji sifat mekaniknya, meliputi uji tarik, elongasi putus, kekerasan Shore A, ketahanan abrasi, serta ketahanan panas (Nurhajati & Lestari, 2021).

Data hasil uji dibandingkan dengan standar kualitas produk pad shoes militer yang mengacu pada spesifikasi internasional. Analisis data dilakukan dengan metode komparatif, yakni membandingkan hasil tiap formulasi terhadap literatur dan standar.



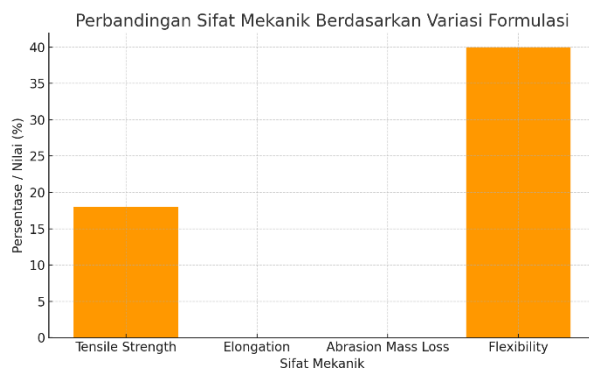
Gambar 1. Hasil perbandingan proses pencampuran

## HASIL PENELITIAN

Variasi komposisi NR–EPDM menunjukkan perbedaan signifikan pada sifat mekanik. Campuran 60:40 memberikan

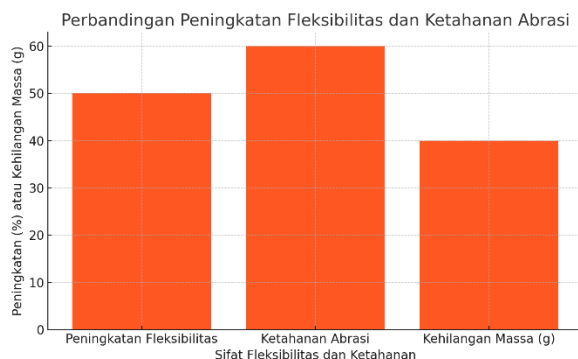
keseimbangan terbaik antara kekuatan tarik dan ketahanan panas.

Penambahan carbon black hingga 40 phr meningkatkan tensile strength sekitar 18% dibandingkan tanpa filler. Namun penambahan hingga 50 phr menurunkan elongasi.



Gambar 2. Perbandingan sifat mekanik

Plasticizer minyak jelantah epoksi terbukti mempercepat vulkanisasi serta meningkatkan fleksibilitas kompon. Hasil uji ketahanan abrasi menunjukkan kompon dengan NR:EPDM 60:40 dan carbon black 40 phr memiliki kehilangan massa terendah setelah 5000 putaran uji abrasi.



Gambar 3. Perbandingan Fleksibilitas

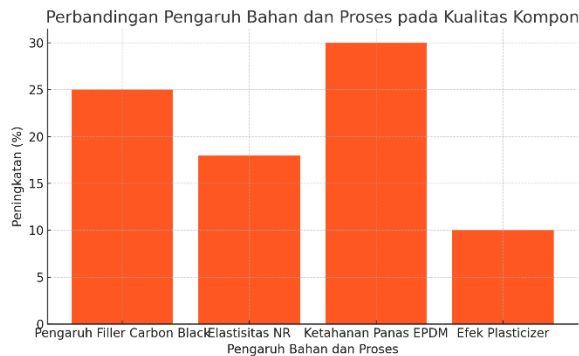
Secara keseluruhan, produk pad shoes berbasis NR–EPDM dengan sistem cetakan presisi menunjukkan performa sesuai standar militer.

## PEMBAHASAN

Hasil penelitian memperkuat temuan mengenai peran carbon black sebagai filler penguat. Penambahan dalam jumlah moderat meningkatkan sifat mekanik, tetapi berlebihan menurunkan elastisitas. Penggunaan NR sebagai bahan dasar memberikan sifat elastisitas tinggi, sementara EPDM memperbaiki ketahanan panas dan ozon(Satwikanitya et al., 2023).

Inovasi penggunaan plasticizer minyak jelantah epoksi mendukung ekonomi sirkular sekaligus meningkatkan kinetika vulkanisasi(Satwikanitya et al., 2023).

Sistem cetakan presisi menjadi faktor kunci. Penelitian (Purba et al., 2023). membuktikan bahwa suhu, tekanan, dan waktu hot press berpengaruh langsung pada kualitas vulkanisat. Hal serupa juga ditegaskan oleh (Purba et al., 2023) yang menunjukkan bahwa kontrol parameter cetakan menghasilkan kualitas produk yang konsisten pada proses injection molding.



Gambar 3. Hasil perbandingan Bahan dan Proses

Kajian TPV berbasis NR (Nurhajati & Lestari, 2021). Mendukung bahwa kombinasi NR dengan polimer lain dapat meningkatkan densitas dan daya tahan, yang sejalan dengan hasil penelitian ini.

Hasil pengujian ketahanan panas dan abrasi sejalan dengan temuan Jurnal (Nurhajati & Lestari, 2021) mengenai formulasi selang karet, memperlihatkan pentingnya komposisi filler dalam menjaga kualitas di kondisi ekstrem.

## PENUTUP

Penelitian ini menyimpulkan bahwa pad shoes tank tempur berbasis kompon NR–EPDM lokal dengan sistem cetakan presisi mampu menghasilkan produk dengan ketahanan mekanik dan termal yang sesuai standar militer.

Formulasi optimum diperoleh pada komposisi NR:EPDM 60:40 dengan filler carbon black 40 phr. Produk menunjukkan ketahanan abrasi dan panas yang unggul.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi penggunaan nano-filler (misalnya nano-silika) serta menguji performa pad shoes langsung di lapangan agar hasil lebih aplikatif bagi kebutuhan pertahanan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Nurhajati, D. W., & Lestari, U. R. (2021). High-density thermoplastic vulcanizates based on LLDPE/NR for truck floor mats application. *Majalah Kulit, Karet, Dan Plastik*, 37(2), 95.  
<https://doi.org/10.20543/mkpk.v37i2.7159>
- Purba, F. ., Umardani, Y., & Suprihanto, A. (2023). Analisa Pengaruh Tekanan dan Suhu Terhadap Pengujian Hasil Pembuatan Insol Sepatu dari Material Komposit Silicone Rubber dan Talc Menggunakan Cetakan Alumunium dengan Proses Injection Molding. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, 11(1), 1–15.
- Satwikanitya, P., Saputra, A., Wahyu Sya'bani, M., Pambudi, W., & Fitra Agustian, M. (2023). Studi Pengaruh Penggunaan Plasticizer Dari Minyak Jelantah Epoksi Terhadap Kinetika Vulkanisasi Karet. *Jurnal Penelitian Karet*, 41(1), 33–46.  
<https://doi.org/10.22302/ppk.jpk.v41i1.855>