

INTISARI

Robot lunak (*soft robot*) merupakan bidang robotika yang berkembang pesat karena kemampuannya beradaptasi dengan lingkungan yang tidak terstruktur. Salah satu tantangan utama dalam pengembangan robot lunak adalah perancangan sistem *locomotion* yang efisien namun tetap sederhana. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun robot *inchworm* yang mampu bergerak mandiri menggunakan aktuator tunggal *McKibben Muscle* dengan memanfaatkan prinsip friksi anisotropik.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perancangan mekanik berbasis *two-anchor crawling*, manufaktur komponen menggunakan teknologi *3D printing*, serta pengujian eksperimental. Robot terdiri dari tiga segmen utama, yaitu segmen depan, tengah yang memuat aktuator, dan belakang. Mekanisme gerak dihasilkan oleh kontraksi aktuator pneumatik dan gaya pemulih *flat spring* melalui perbedaan koefisien gesek pada sisik bagian bawah robot. Pengujian dilakukan untuk memilih variasi desain paling optimal, serta mengevaluasi laju gerak robot terhadap variasi beban, pola aktuasi, dan kemiringan lintasan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa robot dengan konfigurasi sisik kerapatan longitudinal 5,5 mm dan lateral 6,5 mm (variasi B) serta pegas dengan *infill density* 20% menghasilkan performa paling optimal. Robot mampu bergerak dengan kecepatan maksimum 17,9 cm/s atau setara dengan 0,32 kali panjang tubuh per detik pada lintasan datar tanpa beban. Penambahan beban eksternal menurunkan kecepatan gerak robot akibat peningkatan gaya gesek kinetis. Selain itu, robot menunjukkan kemampuan menanjak hingga kemiringan maksimum 35 derajat. Penelitian ini berhasil mendemonstrasikan potensi robot *inchworm* dengan aktuator tunggal sebagai alternatif sistem *locomotion* yang ringkas dan fungsional untuk aplikasi pada medan bertekstur.

Kata kunci: *Soft robot, McKibben muscle, friksi anisotropik, two-anchor crawling*

ABSTRACT

Soft robotics is a rapidly advancing field due to its adaptability to unstructured environments. A key challenge in this domain is designing efficient yet simple locomotion systems. This study aims to design and construct an autonomous inchworm robot driven by a single McKibben Muscle actuator, leveraging the principle of anisotropic friction.

The methodology involves mechanical design based on two-anchor crawling, component manufacturing via 3D printing, and experimental testing. The robot comprises three segments: front, middle (housing the actuator), and rear. Locomotion is achieved through the interplay of pneumatic actuator contraction and flat spring restoring force, facilitated by directional friction from ventral scales. Experiments were conducted to select optimal design variations and evaluate locomotion speed under varying loads, actuation patterns, and track elevations.

Results indicate that a scale configuration with 5.5 mm longitudinal and 6.5 mm lateral pitch (Variation B), combined with a spring of 20% infill density, yields optimal performance. The robot achieved a maximum speed of 17.9 cm/s, equivalent to 0.32 body lengths per second on a flat, unloaded surface. External loading reduced speed due to increased kinetic friction. Furthermore, the robot demonstrated climbing capability up to a 35-degree incline. This research successfully demonstrates the potential of a single-actuator inchworm robot as a compact, simplistic yet functional locomotion solution for textured terrains.

Keywords: Soft robot, McKibben muscle, anisotropic friction, two-anchor crawling.