BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit merupakan tanaman minyak nabati terbesar di dunia, sebab sawit memiliki produktivitas yang besar dan usia tanaman yang panjang (≥25 tahun). Minyak kelapa sawit mampu menghasilkan sebesar 12 ton ha^{-1} $tahun^{-1}$, dan hasil maksimum yang diperoleh melalui simulasi yakni 18.5 ton ha^{-1} $tahun^{-1}$, namun rata-rata produktivitas sawit yang stabil menghasilkan minyak sekitar 3 ton ha^{-1} $tahun^{-1}$ (Woittiez *et al.*, 2017).

Tahun 2016 luas areal perkebunan kelapa sawit Indonesia mencapai 11.12 juta ha, yang dikelola oleh perkebunan swasta sebesar 5.juta ha (50.56%), perkebunan rakyat 4.65 juta ha (40.91%) dan perkebunan negara 0.70 juta ha (6.21%) (BPS 2016). Salah satu parameter keberhasilan pengelolaan kelapa sawit adalah produktivitas panen sawit.

Kegiatan panen sawit adalah tahap akhir dari proses produksi tanaman, kualitas dan persentase ekstraksi minyak, sangat tergantung pada hasil panen yang diperoleh (Castillo et al. 2017). Setiap 10 - 15 hari, tiap pohon sawit selalu dilakukan panen dan berlangsung sepanjang tahun. Namun pemanenan sawit jika dibandingkan panen tanaman buah yang lain, termasuk dalam kategori yang sulit karena buahnya tersembunyi diatas pelepah, dengan ketinggian mencapai 12 m di atas tanah (Adetan, *et al.*, 2007).

Sebagian besar perkebunan sawit di Indonesia masih melakukan panen sawit dengan cara yang konvensional (Gambar 1), yakni dengan menggunakan

tenaga manual manusia dan alat berupa dodos atau egrek. Panen sawit dengan sistem konvensional memiliki banyak kelemahan, antara lain: produktivitas yang rendah, membutuhkan upah tenaga kerja yang akan meningkat tiap tahunnya, membutuhkan tenaga kerja yang ahli dan berpengalaman, dan memiliki resiko cidera otot (Nawi et al. 2013; Syuaib 2015).

Perkembangan alat panen sawit, kini telah mengaplikasikan tenaga gerak mekanis dan meninggalkan cara yang konvensional. Salah satu pelopor alat panen sawit adalah Jelani et al. (2008) yang terkenal dengan nama Cantas^{TM} yakni alat panen sawit menggunakan tenaga mesin petrol 1.3 hp. Alat panen Cantas^{TM} memiliki kelemahan pada getaran mesin yang terlalu besar, yang dapat mengakibatkan resiko cidera otot pekerja apabila digunakan dalam durasi lama. Menggunakan mekanisme yang berbeda dengan Cantas^{TM}, Shokripour et al. (2012) merancang sebuah mesin pemanjat dan pemanen sawit menggunakan motor arus searah atau DC, namun mekanisme ini masih dinilai lambat untuk sebuah sistem pemanenan sawit. Alat panen sawit kini telah berkembang dengan menggunakan tenaga listrik, seperti yang telah dilakukan Jelani et al. (2017). Apabila teknologi ini diaplikasikan di Indonesia, tentu mengalami kendala pada sumber energi listrik yang mahal dan masih jarang tersedia di perkebunan sawit Indonesia.



Gambar 1. Kegiatan panen sawit konvensional menggunakan dodos
Sumber: (Renjani, 2012)

Melihat dari permasalahan desain dan mekasime mesin panen yang telah ada, perkebunan sawit Indonesia membutuhkan sebuah inovasi yang dapat diaplikasikan oleh petani sawit di Indonesia. Penelitian ini menawarkan sebuah konsep baru dalam pemanen sawit, yakni dengan menggunakan sistem *single acting pneumatic*. Mekanisme ini dinilai cocok untuk proses panen sawit karena prinsip kerjanya menggunakan udara dengan tekanan tinggi.

Pneumatic memiliki satu masukan saluran masuk udara, yang mampu menghasilkan daya dorong dalam satu arah saja. Udara bertekanan tinggi memaksa batang piston terdorong ke depan dan ketika pasokan udara terhenti, udara di dalam silinder dibiarkan keluar. Akibatnya, batang piston bergerak kembali ke posisi semula oleh kekuatan pegas. Mekanisme ini umumnya digunakan untuk mengompresi, menandai, mendepak, dan akan digunakan sebagai alat panen sawit.

Keunggulan alat panen dengan menggunakan sistem ini adalah, mampu memanen sawit dengan cepat, rendah pengeluaran energi, ramah lingkungan, desain sederhana, harga murah, dan mudah dioperasikan oleh operator. Selanjutnya instrumen berupa alat panen ini akan dikembangkan menjadi robot panen sawit, dengan kombinasi alat penangkap Tandan Buah Segar (TBS), penampung TBS dan penentu kematangan buah berbasis *machine vision*, sehingga setelah TBS dipanen dapat dikirim langsung ke Pabrik Kelapa Sawit (PKS). Mengingat pentingnya inovasi berupa instrumen alat panen untuk pengembangan robot panen sawit dimasa mendatang, sehingga penelitian ini layak untuk diimplementasikan sebagai penelitian dasar.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka dapat dirumuskan masalah yang harus dituntaskan pada penelitian ini antara lain:

a. Menentukan desain alat panen sawit otomatis, perlu dilakukan berdasarkan kajian terhadap sifat fisik dan mekanik pelepah dan tangkai tandan sawit.
b. Penentuan tekanan optimal dan torsi alat alat pemanen sawit otomatis yang digunakan untuk pruning pelepah dan panen TBS.
c. Apabila digunakan oleh pekerja, maka perlu dilakukan kalkulasi untuk ukuran gagang silinder, panjang yang ideal, panjang pegas, dan teknan udara yang diberikan, berdasarkan aspek teknis yang efektif dan efisien.

d. Perlu kajian untuk penentuan sudut pemotongan dan jarak yang optimum pada saat menggunakan alat pemanen sawit otomatis, untuk memotong pelepah sawit saat *pruning* dan panen yakni memotong tangkai TBS.
e. Pengujian performa kerja prototipe alat panen sawit otomatis, dilakukan untuk mengetahui produktivitas pemanen, dan menganalisa kendala yang terjadi selama menggunakan alat.

1.3 Tujuan Khusus

a. Mendesain alat pemanen sawit otomatis yang cocok untuk perkebunan dan memudahkan operasional panen di Indonesia.
b. Menentukan sudut titik potong dan jarak yang optimum untuk melakukan *harvesting* menggunakan alat pemanen sawit otomatis berbasis *pneumatic*.
c. Menganalisis performa kinerja alat pemanen sawit otomatis berbasis *pneumatic*.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian berupa teknologi alat panen sawit otomatis ini, sementara digunakan sebagai pengganti alat pemanen sawit konvensional, dalam rangka meningkatkan produktivitas tiap pemanen, mengurangi potensi cidera pemanen dengan desain yang ergonomis, gampang dibawa oleh pekerja, dan meningkatkan efisiensi serta kecepatan memotong pelepah dan tangkai TBS.

Teknologi alat panen sawit otomatis, selanjutnya akan dikombinasikan bersama perangkat lain berupa: *bucket* atau menggunakan *grabber* untuk

mempertahankan TBS agak tidak jatuh ke bawah, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Penentuan kematangan TBS sebelum dipanen, dapat dikombinasikan dengan *machine vision* seperti yang telah dikembangkan oleh Makky (2016), sehingga menjadi lebih komprehensif dan berguna bagi kemajuan teknologi di perkebunan sawit Indonesia.

1.5 Potensi dan Dampak Ekonomi

Memasuki era revolusi industri 4.0, industri perkebunan kelapa sawit tidak bisa dilepaskan dari perkembangan teknologi khususnya mekanisasi. Melalui alat panen dengan mekanisme *pneumatic* yang kini sedang dikembangkan, kegiatan panen yang semula dilakukan hanya 8 jam kerja, dapat ditingkatkan durasi panen per pokoknya. Alat panen sawit dengan mekanisme *pneumatic spring return*, merupakan sebuah implemen alat (bagian komponen alat) yang nantinya akan dirangkai dengan sebuah sistem panen sawit berupa robot panen terintegrasi sistem internet dan *Artificial Intelegent* (AI). Pengembangan alat panen ini berpotensi untuk dikombinasikan dengan peralatan penggerak dan sensor pendukung lain.

Apabila alat panen digunakan secara langsung (tidak dikombinasi dengan peralatan lainnya) dapat memberikan dampak ekonomi berupa waktu panen yang lebih singkat mengakibatkan jumlah TBS yang dihasilkan lebih besar, *fixed cost* yang lebih kecil dibanding alat panen menggunakan mesin, komponen alat dapat dibeli dengan harga yang murah, mudah didapatkan di pasar, serta ramah lingkungan.

Sementara itu apabila implemen alat panen ini dikombinasi dengan sistem robotik, maka proses pengerjaan panen dapat dilakukan secara otomatis tanpa menggunakan tenaga manusia, dan proses operasional dapat dilakukan selama lebih dari 8 jam dalam sehari, menghemat upah tenaga kerja, dan meningkatnya produktivitas sawit yang dihasilkan.