

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Komputasi paralel dengan graphic processing unit (GPU) merupakan suatu metode komputasi yang masih baru. Pada awalnya komputasi paralel hanya dapat dilakukan dengan menggunakan *grid computing*, di mana suatu pekerjaan didistribusikan ke banyak komputer yang saling terhubung melalui jaringan. Permasalahan utama dari metode *grid computing* adalah limitasi dari *bandwidth* jaringan yang tersedia. Pada tahun 2007, Nvidia mempublikasikan teknik komputasi paralel baru bernama *Compute Unified Device Architecture* (CUDA) yang menggunakan GPU sebagai unit-unit pemrosesnya. Selama ini GPU hanya digunakan untuk melakukan kalkulasi grafis, tetapi dengan CUDA, prosesor-prosesor grafis yang ada pada GPU dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang lebih umum yang biasanya dikerjakan oleh *central processing unit* (CPU) (Mussi et al., 2010).

Komputasi paralel tidak cocok digunakan untuk masalah-masalah yang bersifat serial (*inherently serial*), yaitu masalah-masalah yang hanya dapat dipecahkan dengan algoritma yang tidak dapat diparalelkan, misalnya *variable length encoding* untuk mengkodekan *entropy* (Balevic, 2009). Komputasi paralel akan bekerja secara optimal jika digunakan untuk mengerjakan masalah-masalah atau algoritma yang bersifat paralel (*inherently parallel*), misalnya

*particle swarm optimization* (PSO) karena fungsi objektif pada PSO dievaluasi oleh partikel-partikel yang ada secara individu, tidak tergantung terhadap partikel lainnya (Bastos-Filho et al., 2011).

*Particle swarm optimization* (PSO) merupakan salah satu metode untuk menyelesaikan masalah-masalah optimisasi yang termasuk dalam metode metaheuristik, artinya PSO berhubungan dengan sesuatu yang random (stokastik) dalam memecahkan masalah optimisasi yang dihadapi, dan PSO bisa digunakan pada masalah optimisasi yang oleh metode-metode klasik seperti metode *Newton*, *Quasi-Newton*, dan *Gradient Descent* tidak dapat diselesaikan. PSO dikembangkan berdasarkan pengamatan akan perilaku kawanan hewan dalam mencari makanan atau menghindari predator yang kemudian dimodelkan secara matematis untuk dapat dikerjakan pada komputer.

Pada awalnya, PSO diciptakan untuk memecahkan masalah-masalah yang ruang pencarian solusinya kontinu. PSO juga dapat digunakan untuk mencari solusi pada ruang pencarian yang diskret. Hal itu dapat dilakukan cara memodifikasi PSO kontinu secara sederhana dengan membulatkan bilangan kontinu ke bilangan bulat terdekat. Ada pula cara yang lebih rumit untuk memodifikasi PSO kontinu ke PSO diskret misalnya dengan menggunakan fungsi sigmoid (Khanesar et al., 2007). Selain kontinu dan diskret, PSO juga dapat digunakan untuk memecahkan masalah-masalah yang bersifat kombinatorial, misalnya untuk memecahkan

masalah *travelling salesman* (Zhong et al., 2007). Tasgetiren et al. (2004) mengusulkan metode untuk memecahkan permasalahan-permasalahan kombinatorial dengan menggunakan metode *smallest position value* (SPV).

PSO telah banyak digunakan untuk memecahkan masalah dalam berbagai bidang. Pada bidang ilmu komputer sendiri, PSO dapat digunakan untuk melakukan pembobotan pada jaringan syaraf tiruan (Shayegi et al., 2009). Pada bidang engineering, PSO dapat digunakan untuk melakukan penjadwalan, misalnya penjadwalan aplikasi *workflow* pada *cloud computing* (Pandey et al., 2010). Pada bidang pengolahan citra, PSO dapat digunakan untuk melakukan pengenalan wajah pada suatu citra (Ramadan et al., 2009), pengenalan pola pada citra (Mussi et al., 2008), dan deteksi rambu-rambu lalu lintas (Mussi et al., 2009). Dan masih banyak lagi penerapan PSO pada bidang-bidang lainnya.

Komputasi paralel telah digunakan untuk mengerjakan implementasi dari algoritma PSO. Zhou et al., (2009) dan Mussi et al. (2009), mengimplementasikan PSO yang telah dimodifikasi, yaitu *Standard PSO* (SPSO) dengan menggunakan CUDA. Liera et al., (2011) mengimplementasikan PSO untuk menguji fungsi Rastrigin dan Ackley pada ruang pencarian 30 dimensi. Nashed et al., (2011) mengimplementasikan PSO pada GPU dengan menggunakan OpenCL.

*Clustering* merupakan proses untuk mengelompokkan data-data yang mirip menjadi beberapa *cluster* atau *bin*. Algoritma-algoritma clustering dapat diaplikasikan ke dalam berbagai macam masalah, misalnya analisis data, penambahan data, dan segmentasi citra. Merwe et al. (2003) mengaplikasikan clustering data, di mana metode yang digunakan adalah penggabungan antara metode k-means dengan PSO. Cui et al. (2005) menggunakan PSO dan k-means untuk melakukan *clustering* dokumen (*text mining*).

Segmentasi citra merupakan proses untuk mempartisi citra digital menjadi segmen-segmen. Salah satu metode segmentasi citra yang banyak digunakan adalah dengan *clustering*. Segmentasi citra dengan menggunakan metode clustering telah banyak diteliti. Murugesan et al. (2010) telah meneliti tentang segmentasi citra berwarna dengan menggunakan PSO yang telah dimodifikasi yang dinamakan dengan multi-elitist-exponential PSO. Sag dan Cunkas (2010) membandingkan algoritma k-means, fuzzy c-means, dan PSO untuk melakukan segmentasi citra.

Dalam penelitian ini akan digunakan algoritma *clustering* berbasis PSO untuk melakukan segmentasi citra digital. Algoritma tersebut akan berjalan pada dua *platform*, yaitu CPU dan GPU. Pemrosesan PSO secara paralel pada GPU diharapkan dapat mempercepat waktu yang dibutuhkan untuk mencari solusi dari masalah yang ada. Metode pemrosesan dengan CPU dan GPU tersebut akan dibandingkan dan dianalisis kinerjanya.