

BAB II

LANDASAN TEORI

II.1. *University Timetabling Problems (UTP)*

Proses penjadwalan kuliah adalah bagaimana menjadwalkan sejumlah komponen yang terdiri atas mahasiswa, dosen, ruang kelas, dan waktu dengan sejumlah batasan tertentu. Pembuatan jadwal mata kuliah tersebut harus memperhatikan aturan dan batasan penjadwalan yang telah ditentukan sebelumnya. Hal tersebut tidaklah mudah, dikarenakan adanya keterkaitan antara syarat-syarat yang harus dipenuhi. Misalnya adalah tidak boleh adanya jadwal kuliah yang beririsan dengan dengan jadwal kuliah yang memiliki semester yang sama, sehingga mahasiswa dapat mengambil semua mata kuliah dalam satu semester, kemudian distribusi jadwal perkuliahan juga diharapkan dapat merata tiap harinya untuk setiap kelas.

Permasalahan-permasalahan seperti itu lebih sering disebut dengan *University Timetabling Problems (UTP)*, yaitu permasalahan yang timbul akibat proses penjadwalan mata kuliah pada suatu Universitas. Permasalahan utama yang sering timbul ialah terjadinya tumpang tindih alokasi waktu penggunaan ruang dan alokasi waktu dosen pengajar matakuliah. Maka jadwal akan dikatakan baik apabila terbebas dari masalah-masalah tersebut. Masalah dari problem penjadwalan kuliah itu sendiri memiliki banyak sekali variasi sesuai dengan kebijakan lembaga perguruan tinggi tempat jadwal kuliah tersebut akan digunakan.

II.2. *Particle Swarm Optimization (PSO)*

Particle Swarm Optimization (PSO) adalah sebuah teknik *stochastic optimization* berdasarkan populasi (ikan, lebah, burung dll), dikemukakan oleh Russell C. Eberhart dan James Kennedy di tahun 1995 yang terinspirasi oleh perilaku sosial dari pergerakan burung atau ikan (Hu, 2005).

PSO memiliki banyak persamaan dengan *Genetic Algorithms (GA)*, yaitu sebuah algoritma yang diadopsi dari proses evolusi manusia. Keduanya sama-sama terinspirasi dari sistem sosial atau sistem biologi dan hasilnya didapat dari pencarian nilai optimal melalui pembaharuan generasi secara acak yang terbentuk dari solusi-solusi acak. Sehingga PSO dapat diterapkan dimana GA dapat diterapkan. Akan tetapi, mekanisme keduanya memiliki perbedaan. PSO menggunakan metode berbagi satu arah. Didalam PSO, hanya *gbest* atau *lbest* yang memberikan informasi kepada yang lain untuk mencari solusi yang terbaik dengan cepat, sedangkan didalam GA, setiap individu yang disebut *chromosome* akan membagi informasi kepada yang lainnya, sehingga seluruh populasi akan bergerak seperti satu kelompok menuju daerah yang optimal.

Meskipun GA bukanlah sebuah pendekatan yang terbaik. Akan tetapi, Salman dkk. (2002) telah menunjukkan bahwa kinerja algoritma PSO lebih cepat daripada GA dalam menyelesaikan permasalahan komputasi. Dan juga Zhang dkk. (2008) telah menunjukkan bahwa algoritma PSO dapat memperoleh jadwal yang lebih baik daripada GA. Selain itu, hasil yang disajikan oleh Tasgetiren dkk. (2007) telah memberikan bukti bahwa PSO

mampu meningkatkan kinerja 57 dari 90 solusi terkenal dari algoritma terkenal lainnya untuk memecahkan *sequencing problems*.

Sistem *swarm intelijen* (SI) pertama kali diperkenalkan oleh Gerardo Beni dan Jing Wang pada tahun 1989, pada dasarnya sistem ini terbentuk dari perilaku kolektif dari kumpulan individu-individu dalam sebuah populasi yang saling berinteraksi antar satu sama lain maupun dengan lingkungan sekitarnya dengan mengikuti aturan yang sangat sederhana (Wikipedia). Terdapat juga sebuah metode SI yang populer yaitu teknik yang diadopsi dari perilaku semut yang bernama *Ant Colony Optimization* (ACO). Metode ACO ini awalnya terbentuk dari pengamatan terhadap perilaku semut dalam mengoptimasi masalah yang mereka hadapi dalam berbagai aplikasi. Seperti halnya ACO, PSO digolongkan ke dalam teknik metaheuristik optimasi *swarm intelligence* (SI), dimana keduanya diadopsi dari prinsip sosio-psikologi yang memengaruhi perilaku sosial makhluk hidup. Ini berarti lingkungan memiliki peran yang besar bagi makhluk hidup. Dengan demikian interaksi yang terjadi antar individu maupun dengan lingkungannya dapat mengoptimasi cara berpikir dan berkembangnya pengetahuan dari setiap individu. Oleh karena itulah ACO maupun PSO bukan hanya sekedar sebuah alat optimasi tapi juga sebuah alat yang melambangkan interaksi dari makhluk hidup dan lingkungan sekitarnya.



Gambar 1.1 Sekawan Burung yang Mencari Makan

(<http://cas-chile.blogspot.com/2009/05/observing-swarm-behaviour-during-its.html>)

Sebagaimana dinyatakan sebelumnya, PSO bersimulasi dengan perilaku dari sekawan burung seperti pada gambar 1.1. Seperti skenario berikut: ada sekelompok burung yang secara acak mencari makanan di suatu daerah, dimana hanya ada satu potong makanan di daerah yang dicari. Semua burung tidak tahu seberapa jauh keberadaan makanan tersebut. Maka strategi yang paling baik untuk menemukan makanan adalah mengikuti burung yang berada paling dekat dengan makanan. PSO mengadopsi skenario tersebut dan menerapkannya untuk memecahkan masalah optimasi.

Dalam PSO, setiap satu solusi yang dimaksud dengan "burung" dalam pencarian ruang kita sebut dengan "partikel" (*atau individu*). Setiap partikel 'terbang' mengikuti individu-individu yang optimum saat ini (*current optimum particles*). Partikel menyimpan jejak-

jejak posisinya dalam *problem space*. Jejak-jejak posisi tersebut diartikan sebagai *best solution*, atau *fitness* dalam GA yang telah diperolehnya sejauh ini. Nilainya, yakni *fitness value*, yang disebut *pbest* juga turut disimpan. Selain *pbest* yang merupakan milik individu yang bersangkutan, turut disimpan pula nilai terbaik milik individu di sekitarnya (*local best*), yang disebut *lbest*. Jika suatu individu memperhitungkan semua individu di dalam populasi dimana dia berada sebagai individu di sekitarnya, maka nilai terbaik yang dimaksud adalah nilai terbaik secara keseluruhan (*global best*) dan disebut *gbest*. Selanjutnya, terjadi akselerasi antara lokasi *pbest* dan lokasi *lbest* dari setiap individu. Akselerasi ini diberi bobot berupa bilangan acak.

Setelah menemukan dua nilai terbaik, pembaruan partikel kecepatan dan posisi dengan persamaan berikut (a) dan (b).

$$v[] = v[] + c1 * \text{rand}() * (pbest[] - \text{sekarang}[]) + c2 * \text{rand}() * (gbest [] - \text{sekarang} []) \quad (a)$$

$$\text{sekarang}[] = \text{persent}[] + v[] \quad (b)$$

$v[]$ adalah kecepatan partikel, $\text{persent}[]$ adalah partikel saat ini (solusi). $pbest[]$ dan $gbest[]$ didefinisikan sebagai dijelaskan di atas. $\text{rand}()$ adalah nomor acak antara (0,1). $c1$, $c2$ faktor belajar. biasanya $c1 = c2 = 2$.

PSO telah sukses diterapkan di dalam berbagai bidang penelitian dan banyak aplikasi, termasuk aplikasi yang spesifik dengan kebutuhan yang spesifik pula, seperti: optimasi fungsi, permainan *sudoku*, pengontrolan sistem *fuzzy*, termasuk 'pelatihan'

Artificial Neural Networks (ANN), dan banyak aplikasi lainnya. Hal ini disebabkan karena PSO memiliki metode penyelesaian masalah dengan cepat dan sederhana serta memberikan hasil yang lebih baik bila dibandingkan dengan metode lain. Jaringan saraf tiruan atau *Artificial Neural Networks* (ANN) adalah paradigma analisis yang merupakan model otak sederhana. Dahulu dalam 'pelatihan' ANN digunakan teknik back-propagation. Pada teknik ini, ANN dilatih dari kesalahan yang dihasilkan (*back-propagation of errors*). Teknik pelatihan 'belajar dari kesalahan' ini pertama kali dinyatakan oleh Paul Werbos di tahun 1974, kemudian disempurnakan oleh David E. Rumelhart, Geoffrey E. Hinton dan Ronald J. Williams, 12 tahun kemudian (Wikipedia). Dalam beberapa tahun terakhir, ada beberapa karya tulis tercatat menggunakan PSO untuk menggantikan teknik algoritma back-propagation learning pada ANN. Ini menunjukkan bahwa PSO merupakan sebuah metode yang optimal dalam 'pelatihan' ANN. Tidak hanya pada ANN, PSO juga dapat mengoptimalkan permasalahan dalam banyak kasus termasuk juga untuk mereduksi permasalahan yang dihadapi oleh GA.

II.3. Sistem Informasi

Perkembangan perangkat lunak komputer dengan segala kecanggihannya membawa dampak yang positif dan negatif dalam dunia bisnis informasi. Dampak positifnya adalah proses data dan informasi yang menjadi tulang punggung dunia bisnis dapat dilakukan dengan cepat, akurat dan tepat waktu. Sedangkan dampak negatifnya akan timbul kejahatan penyelewengan dari penggunaan

perangkat keras tersebut. Terlepas dari itu, kemajuan teknologi dapat mendukung pengolahan informasi menjadi alat pemicu persaingan dunia bisnis dan ekonomi yang semakin kompetitif.

Komputer sebagai alat penunjang pemrosesan data dan informasi perusahaannya. Selain itu dengan adanya komputer maka kinerja perusahaan dan operasionalnya dapat ditingkatkan sehingga secara tidak langsung kualitas dan mutu produk yang dihasilkan oleh perusahaan dapat bersaing. Teknologi komputer ini sudah menjadi kebutuhan pokok perusahaan.

Suatu sistem informasi yang baik dengan menggunakan bantuan komputer sangat dibutuhkan oleh organisasi karena dapat menerima data dari berbagai sumber dari dalam maupun dari luar organisasi (sebagai input), dapat mengolah data untuk menghasilkan informasi, dan dapat memberikan informasi bagi pihak yang berkepentingan, Sistem informasi dengan bantuan komputer biasa disebut dengan *Computer Based Information System*.

Pengertian sistem informasi tidak bisa dilepaskan dari pengertian sistem dan informasi. Secara lugas sistem informasi didefinisikan sebagai kumpulan orang, prosedur, hardware, software yang saling berinteraksi untuk memberikan suatu pelayanan informasi bagi *user*.

Sistem adalah suatu integrasi elemen atau bagian sistem informasi yang semuanya bekerja menuju suatu tujuan. Sistem terdiri dari tiga elemen utama yaitu input, pengolahan data dan output (McLeod, 2001). Sebagian sistem dapat mengendalikan operasi mereka sendiri atau sistem lingkaran tertutup. Sistem

lingkaran tertutup mencakup suatu mekanisme kontrol. Jika elemen-elemen sistem menggambarkan suatu perusahaan manufaktur, sumber daya input merupakan bahan mentah, yang diubah menjadi barang jadi atau jasa melalui proses manufaktur. Mekanisme kontrolnya adalah manajemen perusahaan, tujuannya untuk mencapai sasaran yang ingin dicapai perusahaan dan lingkaran umpan balik (*feedback loop*) berupa arus informasi ke atau dari manajemen. Sistem lingkaran terbuka (*open system*) merupakan sistem yang tidak memiliki kemampuan pengendalian, dalam arti mereka hanya berhubungan dengan lingkungan mereka. Sistem juga dapat dibagi menjadi beberapa sistem ataupun sub sistem, yang masing-masing bagian mempunyai bagian umum seperti perangkat lunak, perangkat keras, manusia, database, prosedur dan dokumentasi.

Informasi adalah data yang telah diolah menjadi bentuk yang berguna bagi penerimanya dan bermanfaat dalam mengambil keputusan saat ini atau mendatang (Davis, 1999). Berdasarkan pengertian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa informasi merupakan hasil dari pengolahan data menjadi bentuk yang lebih berguna bagi yang menerimanya yang menggambarkan suatu kejadian-kejadian nyata dan dapat digunakan sebagai alat bantu untuk pengambilan suatu keputusan. Informasi juga meliputi data atau sumber daya yang tersedia dalam suatu perusahaan yang dapat mempengaruhi hasil kinerja bagian-bagian atau elemen-elemen yang ada dalam perusahaan. Adapun sumber daya utama suatu perusahaan dapat terdiri dari manusia, material, mesin, uang yang memiliki wujud fisik dan dapat disentuh dan jenis

sumber daya informasi yang memiliki nilai dari apa yang diwakili (bukan dalam bentuk wujudnya).

Sistem Informasi adalah suatu sistem di dalam suatu organisasi yang mempertemukan kebutuhan pengolahan transaksi harian, mendukung operasi, bersifat manajerial dan kegiatan strategi dari suatu organisasi dan menyediakan pihak luar tertentu dengan laporan-laporan yang diperlukan (Leitch dan Davis, 1983). Sistem informasi memiliki beberapa komponen, Burch dan Grudnitski (1986) mengemukakan bahwa sistem informasi terdiri dari komponen-komponen yang saling berinteraksi membentuk kesatuan untuk mencapai sasaran. Sistem informasi terdiri dari komponen-komponen yang disebut dengan istilah blok bangunan (*building block*), yaitu:

1. Blok masukan (*input block*)

Input mewakili data yang masuk ke dalam sistem informasi. Input disini termasuk metode-metode dan media untuk menangkap data yang akan dimasukkan, yang dapat berupa dokumen-dokumen dasar.

2. Blok model (*model block*)

Blok ini terdiri dari kombinasi prosedur, logika dan model matematik yang akan memanipulasi data input dan data yang tersimpan di basis data dengan cara yang sudah ditentukan untuk keluaran yang diinginkan.

3. Blok keluaran (*output block*)

Produk dari sistem informasi adalah keluaran yang merupakan informasi yang berkualitas dan dokumentasi yang berguna untuk semua tingkah manajemen serta semua pemakai sistem.

4. Blok teknologi (*technology block*)

Teknologi merupakan "kotak alat" dalam sistem informasi. Teknologi digunakan untuk menerima input, menjalankan model, menyimpan dan mengakses data, menghasilkan dan mengirimkan keluaran dan membantu pengendalian dari sistem secara keseluruhan. Teknologi terdiri dari 3 bagian utama yaitu teknis, perangkat keras dan perangkat lunak.

5. Blok basis data (*database block*)

Merupakan kumpulan dari data yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya, tersimpan di dalam perangkat keras komputer dan digunakan perangkat lunak untuk memanipulasinya. Data perlu disimpan didalam basis data untuk keperluan penyediaan informasi lebih lanjut.

Data didalam basis data perlu diorganisasikan sedemikian rupa, supaya informasi yang dihasilkan berkualitas. Organisasi basis data yang baik juga berguna untuk efisiensi kapasitas penyimpanannya. Basis data diakses atau dimanipulasi dengan menggunakan perangkat lunak yang disebut dengan DBMS (*Database Management System*)

6. Blok kendali (*control block*)

Banyak hal yang dapat merusak sistem informasi, seperti misalnya bencana alam, api, temperatur, air, debu, kecurangan-kecurangan, kegagalan sistem, ketidak efisienan, sabotase dan lain sebagainya. Beberapa pengendalian perlu dirancang dan diterapkan untuk meyakinkan bahwa hal-hal yang dapat merusak sistem dapat dicegah ataupun bila

terlanjur terjadi kesalahan dapat langsung diatasi.

Sebagai suatu sistem, keenam blok tersebut masing-masing saling berinteraksi satu dengan yang lainnya membentuk satu dengan kesatuan untuk mencapai sasarannya. Sistem informasi dapat juga didefinisikan sebagai suatu himpunan orang-orang, data, proses (*procedure*) yang berinteraksi untuk mendukung operasi, manajemen dan informasi pembuat keputusan yang akan memberikan informasi bagi pengambil keputusan atau untuk mengendalikan organisasi.

II.4. Basis Data

Saat ini peranan basis data sangat penting didalam pengembangan suatu sistem informasi. Pemrosesan basis data menjadi perangkat andal yang sangat diperlukan oleh berbagai instansi atau perusahaan. Basis data akan mempercepat proses perolehan informasi, dan juga dapat meningkatkan pelayanan dari badan yang terkait. Data merupakan fakta mengenai objek, orang dan lain-lain. Data dinyatakan dengan nilai tertentu, berbentuk angka, maupun simbol-simbol.

Basis data adalah suatu kumpulan data terhubung yang disimpan secara bersama-sama pada suatu media, tanpa mengatap satu sama lain atau tidak perlu suatu kerangkapan data dengan cara-cara tertentu sehingga mudah untuk digunakan atau ditampilkan kembali; dapat digunakan oleh satu atau lebih program aplikasi secara optimal; data disimpan tanpa mengalami ketergantungan pada program yang akan menggunakannya; data disimpan sedemikian rupa sehingga penambahan, pengambilan dan

modifikasi data dapat dilakukan dengan mudah dan terkontrol.

Secara tradisional, data diorganisasikan kedalam suatu hirarki yang terdiri atas:

1. Elemen Data

Elemen data adalah satuan terkecil yang tidak dapat dipecahkan lagi sebagai unit lain yang bermakna.

2. Rekaman

Rekaman adalah gabungan sejumlah elemen data yang saling terkait.

3. Berkas (File)

Himpunan seluruh rekaman yang bertipe sama membentuk sebuah berkas.

Perkembangan teknologi basis data sendiri tidak terlepas dari perkembangan perangkat keras dan perangkat lunak komputer. Perkembangan teknologi jaringan komputer dan komunikasi data adalah salah satu penyumbang kemajuan penerapan basis data, yang kemudian melahirkan sistem basis data yang terdistribusi.

II.5. Microsoft .NET Framework

Microsoft .NET Framework adalah sebuah komponen yang dapat ditambahkan ke sistem operasi Microsoft Windows atau telah terintegrasi ke dalam Windows (mulai dari Windows Server 2003 dan versi-versi Windows terbaru) (<http://msdn2.microsoft.com/>). Kerangka kerja ini menyediakan sejumlah besar solusi-solusi program untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan umum suatu program baru, dan mengatur eksekusi program-program yang

ditulis secara khusus untuk framework ini. .NET Framework adalah kunci penawaran utama dari Microsoft, dan dimaksudkan untuk digunakan oleh sebagian besar aplikasi-aplikasi baru yang dibuat untuk platform Windows. Pada dasarnya, .NET Framework memiliki 2 komponen utama : CLR dan .NET Framework Class Library.

Program-program yang ditulis untuk .NET Framework dijalankan pada suatu lingkungan software yang mengatur persyaratan-persyaratan runtime program. Runtime environment ini, yang juga merupakan suatu bagian dari .NET Framework, dikenal sebagai Common Language Runtime (CLR). CLR menyediakan penampilan dari application virtual machine, sehingga para programmer tidak perlu mengetahui kemampuan CPU tertentu yang akan menjalankan program. CLR juga menyediakan layanan-layanan penting lainnya seperti jaminan keamanan, pengaturan memori, garbage collection dan exception handling / penanganan kesalahan pada saat runtime. Class library dan CLR ini merupakan komponen inti dari .NET Framework. Kerangka kerja itu pun dibuat sedemikian rupa agar para programmer dapat mengembangkan program komputer dengan jauh lebih mudah dan juga untuk mengurangi kerawanan aplikasi dan juga komputer dari beberapa ancaman keamanan.

Solusi-solusi program pembentuk class library dari .NET Framework mengcover area yang luas dari kebutuhan program pada bidang user interface, pengaksesan data, koneksi basis data, kriptografi, pembuatan aplikasi berbasis web, algoritma numerik, dan komunikasi jaringan. Fungsi-fungsi yang ada dalam class library

dapat digabungkan oleh programmer dengan kodenya sendiri untuk membuat suatu program aplikasi baru.

.NET seringkali juga dapat diartikan sebagai platform, yang merupakan suatu lingkungan terpadu untuk pengembangan dan eksekusi untuk berbagai macam bahasa pemrograman dan kumpulan library untuk bekerja sama membuat dan menjalankan aplikasi berbasis Windows yang lebih mudah untuk dibuat, diatur, didistribusikan, dan diintegrasikan dengan sistem jaringan lain.

Dalam perkembangannya, .NET seringkali dikaitkan pula dengan versi Visual Studio yang sesuai dengan dukungan versi yang bersangkutan untuk pengembangan aplikasi. Berikut ini versi .NET dan versi Visual Studio yang terkait:

- a. .NET 1.0 dan Visual Studio .NET (atau seringkali disebut juga dengan Visual Studio .NET 2002)
- b. .NET 1.1 dan Visual Studio .NET 2003
- c. .NET 2.0 dan Visual Studio 2005
- d. .NET 3.0 dan Visual Studio 2005 dengan tambahan addin untuk WPF, WCF dan WF
- e. .NET 3.5 dan Visual Studio 2008

.NET 2.0, 3.0 dan 3.5 memiliki CLR yang sama. Dengan demikian, struktur IL juga sama. Adapun fasilitas penambahan kata kunci pemrograman seperti pada LINQ yang sebenarnya lebih mengarah sebagai fitur bahasa pemrograman (programming language feature) sehingga bukan merupakan fitur CLR.