BAB II
TEORI PENUNJANG

Pada bab ini akan dijabarkan teori dasar dari perancangan implementasi *fuzzy time series* untuk memprediksi beban pabrikasi pada PT XXX Textile Manufacturer. Teori-teori dasar yang akan dijabarkan adalah:

1. Sekilas mengenai Beban Pabrikasi
2. Pengenalan Kecerdasan Buatan
3. Pengenalan Teori Peramalan
4. Pengenalan Fuzzy Time Series
5. Dan Perangkat Lunak yang digunakan

2.1 Sekilas Mengenai Beban Pabrikasi

Ada tiga jenis biaya utama dalam kegiatan produksi yaitu biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung dan biaya *overhead* pabrik atau yang sering disebut juga sebagai beban pabrikasi Untuk lebih jelasnya mengenai perbedaan tiga biaya utama yang mempengaruhi kegiatan produksi akan dijabarkan dengan point-point dibawah ini:

1. Biaya bahan baku

   Biaya Bahan Baku adalah bahan pokok atau bahan utama yang diolah dalam proses produksi menjadi produk jadi. Biaya yang timbul atau terjadi untuk memperoleh bahan baku dan untuk menempatkannya dalam keadaan siap diolah disebut biaya bahan baku.

2. Biaya tenaga kerja langsung

   Peran tiap buruh dan karyawan yang terlibat langsung dalam proses produksi tentunya mendapatkan penghargaan berupa upah ataupun gaji. Upah dan gaji ini disebut juga sebagai biaya tenaga kerja langsung.

3. Beban pabrikasi

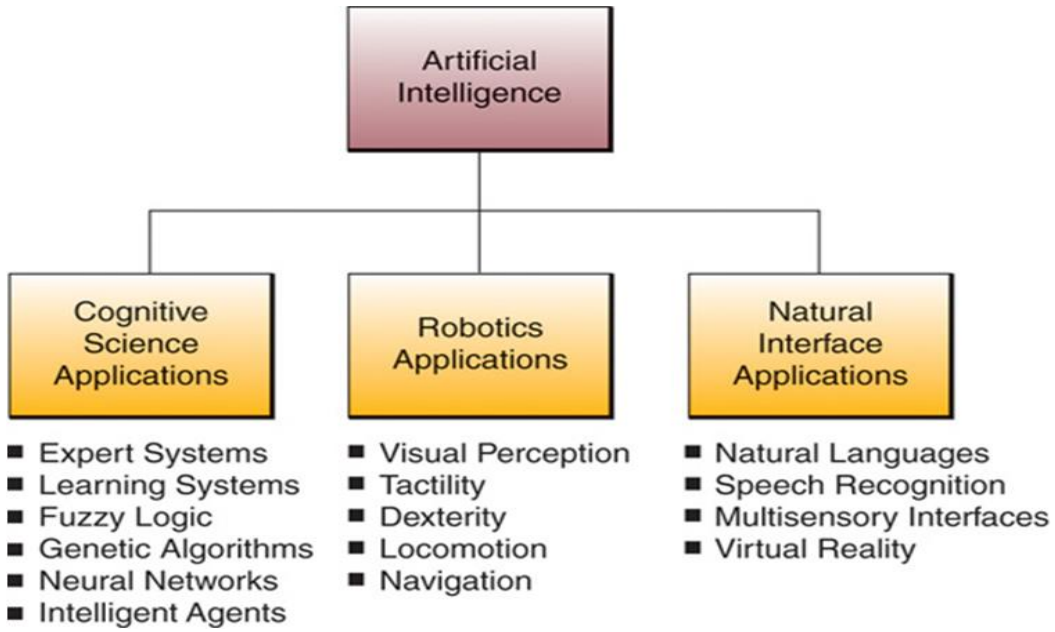
   Beban pabrikasi merupakan biaya-biaya yang mendukung kelangsungan produksi. Biaya ini mencakup biaya tenaga listrik, air, mesin dan lainnya. Semua biaya produksi selain biaya bahan baku langsung, biaya tenaga kerja langsung dan biaya-biaya produksi lainnya yang tidak secara mudah

diidentifikasikan atau dibedakan langsung pada suatu proses produksi dapat dikategorikan sebagai beban pabrikasi. Hal ini juga yang menyebabkan beban pabrikasi digolongkan sebagai biaya produksi tidak langsung.

Pada PT. XXX Textile Manufacturer beban pabrikasi merupakan satu-satunya parameter biaya dalam kegiatan produksi yang mempunyai pengeluaran cukup stabil untuk dijadikan sebagai parameter pada penelitian. Berikutnya akan dijabarkan teori kecerdasan buatan yang digunakan dalam penelitian ini.

2.2 Pengenalan Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan adalah salah satu cabang ilmu yang berhubungan dengan tingkah laku yang pintar, belajar dan dapat beradaptasi pada mesin. Penelitian pada kecerdasan buatan saat ini berkisar pada cara menghasilkan mesin yang pintar, program yang dapat menggantikan pekerjaan di berbagai bidang ilmu dan untuk pengembangan disiplin ilmu kecerdasan buatan itu sendiri. Diharapkan nantinya akan ada otomatisasi dari tugas-tugas yang memerlukan tingkah laku pintar dan dapat menjadi penyedia solusi dari masalah-masalah kehidupan nyata.



Gambar 2.1 Pengenalan Kecerdasan Buatan

Gambar di atas memperlihatkan ruang lingkup / ranah dari cabang ilmu kecerdasan buatan. Berikut penjabarannya:

1. Aplikasi Antarmuka Alami

   Ini adalah bagian dari kecerdasan buatan yang mempelajari cara untuk membuat komputer berbicara dengan manusia dan memahami manusia. Contohnya Natural Language yang berfokus pada pengolahan bahasa natural dan pengenalan suara untuk berkomunikasi / wicara.

2. Aplikasi Robotika

   Teknologi ini menghasilkan mesin robot dengan kecerdasan computer dan memberikan robot persepsi untuk melihat, persepsi untuk meraba, ketangkasan, memanipulasi sesuatu, bergerak dan mencari arah yang tepat.

3. Aplikasi Ilmu Kognitif

   Aplikasi ilmu kognitif didasari oleh penelitian di bidang biologi, neurologi, pskologi, matematika dan cabang ilmu lainnya yang memfokuskan pada penelitian cara otak manusia bekerja, berpikir dan belajar. Aplikasinya dari terapan ilmu kognitif adalah sistem pakar, sistem belajar adaptif, agen cerdas, jaringan syaraf tiruan, algoritma genetis dan logika fuzzy.

Kecerdasan buatan dapat memungkinkan komputer untuk berfikir dan menirukan proses belajar manusia untuk mengembangkan metode dan sistem penyelesaian masalah sehingga informasi baru dapat diserap dan digunakan sebagai acuan di masa yang akan datang. Contohnya adalah penggunaan jaringan syaraf tiruan untuk mengolah citra, algoritma genetis yang digunakan untuk merencanakan jalur perjalanan terbaik, sistem pakar yang digunakan untuk menyimpulkan atau mendiagnosa penyakit, penggunaan logika fuzzy pada pengambilan keputusan dan logika fuzzy pada peramalan dari data runtun waktu.

Kecerdasan buatan dapat digunakan untuk meramalkan data runtun waktu. Berikut akan dijabarkan sekilas mengenai konsep peramalan.

2.3 **Teori Peramalan (*Forecasting*)**

Peramalan merupakan sebuah konsep untuk memperkirakan atau memprediksi situasi di masa depan dengan tujuan dapat mendekati data aktual. Hal ini dilakukan dengan melakukan pengujian dengan *historical* data (data masa lalu) untuk menemukan hubungan dan kecenderungan pola yang sistematis.

Dengan demikian akan diperoleh sebuah pola yang telah diidentifikasi kemudian diproyeksikan untuk mendapatkan peramalan atau prediksi. Hal ini penting bagi seseorang atau perusahaan untuk membuat perencanaan, penjadwalan, penyediaan sumber daya, serta penambahan fasilitas karena akan menjadi informasi yang tepat untuk perencanaan yang lebih efektif dan lebih efisien, serta bagian penting dari aktifitas pembuatan keputusan pada manajemen.

Pada konsep peramalan dikenal metode peramalan kuantitatif yaitu metode peramalan yang dilakukan berdasarkan data historis masa lalu yang kuantitatif (data numerik), peramalan dengan menggunakan metode kuantitatif dapat diterapkan apabila terdapat tiga kondisi berikut:

1. Tersedia informasi tentang masa lalu.
2. Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik.
3. Dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan terus berlanjut di masa mendatang.

Hasil peramalan berdasarkan analisis sangat bergantung pada alat yang digunakan, sedangkan metode yang dipergunakan bergantung pada jenis data.

Pada setiap pengujian dan analisis akan menghasilkan *error* yang menunjukkan penyimpangan model terhadap kenyataan. Dalam menghitung *error* peramalan digunakan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) yang merupakan nilai mutlak persentase dari error suatu peramalan. MAPE mengukur error mutlak sebagai persentase bukan dari tiap periodenya melainkan dari rata-rata *error* mutlak pada sejumlah periode data aktual. Hal tersebut dapat menghindari permasalahan dalam interpretasi pengukuran akurasi terhadap besarnya nilai aktual dan nilai prediksi. Nilai yang dihasilkan melalui proses ini menunjukkan kemampuan peramalan seperti yang ditunjukkan dalam kriteria MAPE, dimana menurut Setiyoutami [8] nilai MAPE di bawah 20% sudah dapat dikatakan baik dan nilai MAPE kurang dari 10% dinyatakan sangat baik. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan metode *Fuzzy Time Series* karena metode tersebut mampu mencari nilai MAPE yang kecil dengan mengubah jumlah himpunan fuzzy. Dibandingkan dengan metode peramalan lainnya, *Fuzzy*

Time Series dapat dinyatakan sebagai metode yang memiliki kemampuan peramalan yang baik.

2.4 Pengenalan *Fuzzy Time Series*

Fuzzy Time Series (FTS) adalah suatu metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya. Sistem peramalan dengan FTS menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Pertama kali dikembangkan oleh Q. Song and B.S. Chissom pada tahun 1993 . Metode ini sering digunakan oleh para peneliti untuk menyelesaikan masalah peramalan. Dasar-dasar metode *Fuzzy Time Series* meliputi himpunan *Fuzzy*, fungsi keanggotaan *Fuzzy*, dan algoritma *Fuzzy* dijelaskan pada sub-bab berikut.

2.4.1 Himpunan *Fuzzy*

Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh: umur, temperatur, permintaan, dsb. Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.

Menurut Kusumadewi [3], himpunan tegas merupakan himpunan yang membedakan anggota dan non anggotanya dengan batasan yang jelas. Himpunan tegas hanya mempunyai dua kemungkinan nilai keanggotaan, yaitu 0 atau 1, sedangkan pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A, sering ditulis dengan μA (x). Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut, yaitu :

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: “Kurang”, “Cukup”, dan “Banyak”.
2. Numerik, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti: 45, 70, 95, dsb.

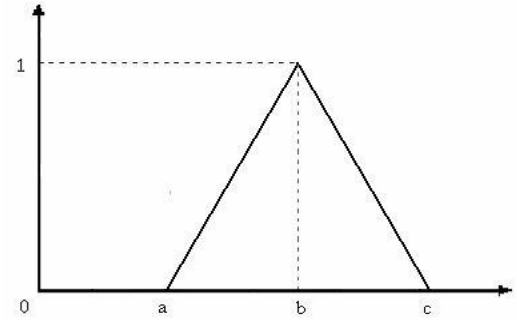
Menurut Kusumadewi [3], domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Semesta pembicaraan sendiri adalah keseluruhan nilai yang

diperbolehkan / diizinkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*, Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan dan nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan negatif maupun positif. Seperti halnya semesta pembicaran, domain merupakan himpunan bilangan asli yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan negatif maupun positif. Contoh domain fuzzy:

Kurang = [0, 45] , Cukup = [35, 105] , Banyak = [95, +∞)

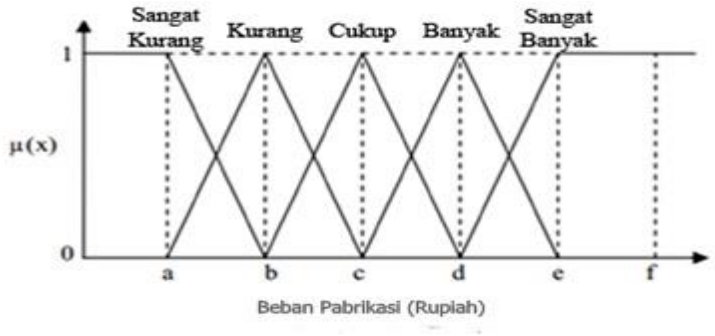
2.4.2 Fungsi Keanggotaan *Fuzzy*

Menurut Kusumadewi [3], fungsi keanggotaan (membership function) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan "derajat keanggotaan") yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi.



Gambar 2.2 Grafik Fungsi Keanggotaan Segitiga

Dalam kasus tertentu, dapat dibuat beberapa Fungsi keanggotaan sesuai dengan kebutuhan penelitian, seperti yang akan dijabarkan pada contoh berikut:



Gambar 2.3 Grafik Fungsi Keanggotaan Beban Pabrikasi

Dimana :

x : Posisi data aktual

1 : Titik tertinggi pada $\mu[x]$

0 : Titik terendah pada $\mu[x]$ dan posisi di luar Fungsi Keanggotaan

Berikut akan dijabarkan rumus dari tiap fungsi keanggotaan Beban Pabrikasi yang ditunjukkan pada gambar 2.3:

Fungsi keanggotaan "Sangat Kurang" :

$$\mu[x] = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}; & a < x < b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \qquad (2.1)$$

Fungsi keanggotaan "Sangat Kurang" pada gambar 2.3 menggunakan rumus 2.1 dan mempunyai dua titik utama yaitu titik "a" sebagai posisi pertama sekaligus sebagai posisi titik tertinggi pada fungsi keanggotaan "Sangat Kurang" dan titik "b" sebagai posisi kedua sekaligus titik terendah pada fungsi keanggotaan "Sangat Kurang". Pada fungsi keanggotaan "Sangat Kurang", data aktual (x) yang lebih kecil dari titik "a" akan diberikan nilai satu (1) yang berarti data tersebut dianggap sangat mewakili fungsi keanggotaan "Sangat Kurang". Jika data aktual (x) mempunyai nilai diantara titik "a" dan "b" maka akan di-pergunakan rumus $\frac{b-x}{b-a}$ untuk mendapatkan nilai $\mu[x]$, sedangkan jika data aktual (x) lebih besar dari titik "b" akan diberikan nilai nol (0) yang berarti data tersebut dianggap sangat tidak mewakili fungsi keanggotaan "Sangat Kurang".

Fungsi keanggotaan "Kurang" :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \; atau \; x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a < x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; & b < x < c \end{cases} \qquad (2.2)$$

Fungsi keanggotaan "Kurang" pada gambar 2.3 menggunakan rumus 2.2 dan mempunyai tiga titik utama yaitu titik "a" sebagai posisi pertama, titik "b" sebagai posisi kedua sekaligus titik tertinggi (1) pada fungsi keanggotaan "Ku-rang" dan titik "c" sebagai posisi ketiga. Pada fungsi keanggotaan "Kurang", data aktual (x) yang lebih kecil dari titik "a" dan lebih besar dari titik "c" akan diberi-kan nilai nol (0) yang berarti data tersebut dianggap sangat tidak mewakili fungsi

keanggotaan “Kurang”. Jika data aktual (x) mempunyai nilai diantara titik “a” dan “b” maka akan dipergunakan rumus $\frac{x-a}{b-a}$ untuk mendapatkan nilai $\mu[x]$, sedangkan jika data aktual (x) mempunyai nilai diantara titik “b” dan “c” maka untuk mendapatkan nilai $\mu[x]$ akan dipergunakan rumus $\frac{c-x}{c-b}$.

Fungsi keanggotaan “Cukup” :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq b \; atau \; x \geq d \\ \frac{x-b}{c-b}; & b < x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & c < x < d \end{cases} \qquad (2.3)$$

Fungsi keanggotaan “Cukup” pada gambar 2.3 menggunakan rumus 2.3 dan mempunyai tiga titik utama yaitu titik “b” sebagai posisi pertama, titik “c” sebagai posisi kedua sekaligus titik tertinggi (1) pada fungsi keanggotaan “Cukup” dan titik “d” sebagai posisi ketiga. Pada fungsi keanggotaan “Cukup”, data aktual (x) yang lebih kecil dari titik “b” dan lebih besar dari titik “d” akan diberikan nilai nol (0) yang berarti data tersebut dianggap sangat tidak mewakili fungsi keanggotaan “Kurang”. Jika data aktual (x) mempunyai nilai diantara titik “b” dan “c” maka akan dipergunakan rumus $\frac{x-b}{c-b}$ untuk mendapatkan nilai $\mu[x]$, sedangkan jika data aktual (x) mempunyai nilai diantara titik “b” dan “c” maka untuk mendapatkan nilai $\mu[x]$ akan dipergunakan rumus $\frac{d-x}{d-c}$.

Fungsi keanggotaan “Banyak” :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq c \; atau \; x \geq e \\ \frac{x-c}{d-c}; & c < x \leq d \\ \frac{e-x}{e-d}; & d < x < e \end{cases} \qquad (2.4)$$

Fungsi keanggotaan “Banyak” pada gambar 2.3 menggunakan rumus 2.4 dan mempunyai tiga titik utama yaitu titik “c” sebagai posisi pertama, titik “d” sebagai posisi kedua sekaligus titik tertinggi (1) pada fungsi keanggotaan “banyak” dan titik “e” sebagai posisi ketiga. Pada fungsi keanggotaan “Banyak”, data aktual (x) yang lebih kecil dari titik “c” dan lebih besar dari titik “e” akan diberikan nilai nol (0) yang berarti data tersebut dianggap sangat tidak mewakili fungsi keanggotaan “Kurang”. Jika data aktual (x) mempunyai nilai diantara titik “c”

dan “d” maka akan dipergunakan rumus $\frac{x-c}{d-c}$ untuk mendapatkan nilai $\mu[x]$, sedangkan jika data aktual (x) mempunyai nilai diantara titik “d” dan “e” maka untuk mendapatkan nilai $\mu[x]$ akan dipergunakan rumus $\frac{e-x}{e-d}$.

Fungsi keanggotaan “Sangat Banyak” :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq d \\ \frac{x-d}{e-d}; & d < x < e \\ 1; & x \geq e \end{cases} \qquad (2.5)$$

Fungsi keanggotaan “Sangat Banyak” pada gambar 2.3 menggunakan rumus 2.5 dan mempunyai dua titik utama yaitu titik “d” sebagai posisi pertama sekaligus sebagai posisi titik terendah dan titik “e” sebagai posisi kedua sekaligus titik tertinggi. Pada fungsi keanggotaan “Sangat Banyak”, data aktual (x) yang lebih kecil dari titik “d” akan diberikan nilai nol (0) yang berarti data tersebut dianggap sangat tidak mewakili fungsi keanggotaan “Sangat Banyak”. Jika data aktual (x) mempunyai nilai diantara titik “d” dan “e” maka akan dipergunakan rumus $\frac{x-d}{e-d}$ untuk mendapatkan nilai $\mu[x]$, sedangkan jika data aktual (x) lebih besar dari titik “e” akan diberikan nilai satu (1) yang berarti data tersebut dianggap sangat mewakili fungsi keanggotaan “Sangat Banyak”.

2.4.3 Alur Algoritma *Fuzzy Time Series*

Menurut Poulsen (2009) adapun alur algoritma *Fuzzy Time Series* dalam penyelesaian masalah prediksi adalah sebagai berikut :

1. Menentukan himpunan semesta (*universe of discourse*) dan membaginya ke dalam *interval* yang panjangnya sama. Pada tahap ini akan dicari nilai minimum dan maksimum dari data aktual (U = [Dmin, Dmax]) yang akan dijadikan sebagai himpunan semesta data aktual dan kemudian membaginya ke dalam *interval* yang panjangnya sama.
2. Mendefinisikan himpunan *fuzzy* pada himpunan semesta. Pada Tahap ini himpunan semesta yang telah terbagi dan masih berupa himpunan bilangan crisp akan diubah menjadi himpunan *fuzzy* berdasarkan *interval*.
3. Melakukan fuzzifikasi pada data historis. Tahap ini menentukan nilai keanggotaan pada masing-masing himpunan *fuzzy* dari data historis. Nilai

keanggotaan ini diperoleh dari himpunan / fungsi keanggotaan yang telah dibuat sebelumnya.

4. Menentukan hubungan tiap himpunan dan menggabungkan *Left-hand Side* (LHS) dan *Right-hand Side* (RHS) dari tiap-tiap hubungan fungsi keanggotaan yang sudah ditentukan sebelumnya.
5. Melakukan defuzzifikasi output yang diramalkan. Tahap ini menentukan nilai hasil prediksi yang berupa nilai crisp dengan metode defuzzifikasi CoG (*Center of Gravity*) dengan rumus

$$m_{n+1} = \frac{m_1+m_2+\cdots+m_n}{n} \qquad (2.6)$$

n = w dan m_1, m_2, m_n adalah nilai keanggotaan dari data historis.

2.4.4 Cara Menentukan Ketepatan Metode Peramalan

Dalam penelitian mengenai peramalan, ketepatan digunakan sebagai kriteria penolakan untuk memilih suatu metode peramalan. Dalam banyak hal, kata ketepatan biasa digunakan dengan istilah *goodness of fit*, yang akan merujuk kepada seberapa jauh metode peramalan tersebut mampu mereproduksi data yang telah diketahui (Makridakis, 1999). *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) adalah salah satu ukuran ketepatan yang digunakan dalam metode kuantitatif atau peramalan. Suatu nilai tengah atau rata-rata jumlah seluruh persentasi error untuk urutan data yang diobservasi.

Adapun rumus matematis untuk menghitung besarnya MAPE suatu peramalan adalah sebagai berikut :

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{F_i-X_i}{X_i}\right| \times (100\%) \qquad (2.7)$$

Dimana :

X_i : Data aktual pada periode ke-i

F_i : Nilai peramalan pada periode ke-i

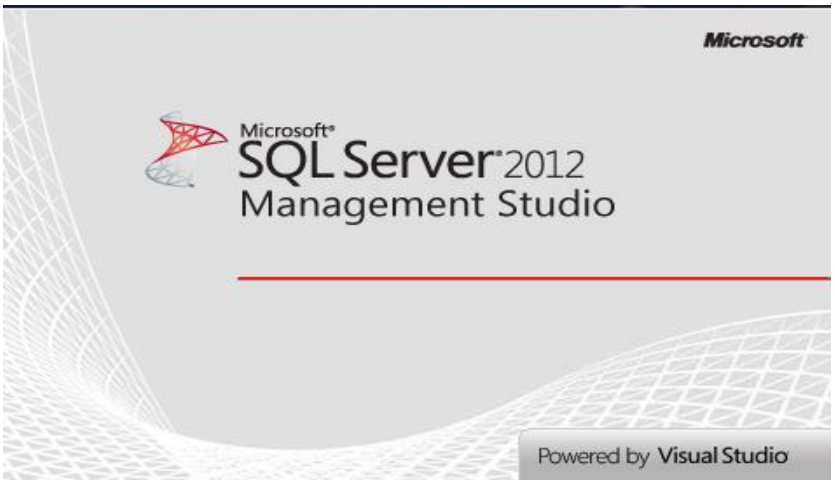
n : Banyaknya periode waktu

Setelah membahas algoritma *Fuzzy Time Series* berikutnya akan dijabarkan sekilas mengenai program-program yang digunakan dalam penelitian ini.

2.5 Pengenalan Perangkat Lunak Yang Digunakan

Pada bagian ini akan memaparkan beberapa perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan topik tugas akhir ini yaitu SQL Server Management Studio 2012 dan Visual Studio 2013

2.5.1 SQL Server Management Studio 2012

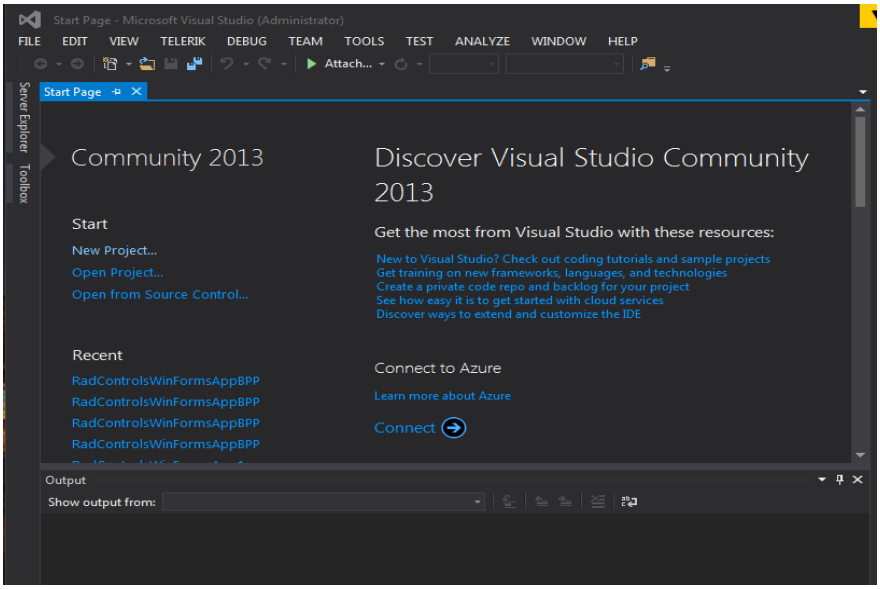


Gambar 2.4 SQL Server Management Studio 2012

Structured Query Language (SQL) adalah sekumpulan perintah khusus yang digunakan untuk mengakses data dalam database relasional. SQL merupakan sebuah bahasa komputer yang mengikuti standar ANSI (American Nasional Standard Institute) yang digunakan dalam manajemen database relasional. Dengan SQL, kita dapat mengakses database, menjalankan query untuk mengambil data dari database, menambahkan data ke database, menghapus data di dalam database, dan mengubah data di dalam database. Saat ini hampir semua server database yang ada mendukung SQL untuk melakukan manajemen datanya.

Microsoft SQL Server merupakan produk RDBMS (*Relational* Database *Management System*) yang dibuat oleh Microsoft. Microsoft SQL Server juga mendukung SQL sebagai bahasa untuk memproses *query* ke dalam database. Mirosoft SQL Server banyak digunakan pada dunia bisnis, pendidikan atau juga pemerintahan sebagai solusi database atau penyimpanan data. Data beban Pabri-kasi yang telah dimasukkan kedalam Microsoft SQL Server ini kemudian akan ditampilkan pada pemograman menggunakan bahasa basic pada program visual studio

2.5.2 Visual Studio 2013



Gambar 2.5 Tampilan Utama Visual Studio 2013

Microsoft Visual Studio merupakan sebuah perangkat lunak lengkap (suite) yang dapat digunakan untuk melakukan pengembangan aplikasi, baik itu aplikasi bisnis, aplikasi personal, ataupun komponen aplikasinya, dalam bentuk aplikasi console, aplikasi Windows, ataupun aplikasi Web. Kompiler yang dimasukkan ke dalam paket Visual Studio antara lain Visual C++, Visual C#, Visual Basic, Visual Basic .NET, Visual InterDev,Visual J++, Visual J#, Visual FoxPro, dan Visual SourceSafe.

Visual Basic merupakan salah satu komponen pembangun aplikasi dalam lingkungan Windows. Dalam pengembangan aplikasi, Visual Basic menggunakan pendekatan *visual* untuk merancang antarmuka dalam bentuk form, sedangkan untuk pemogramannya menggunakan bahasa basic.

BASIC (*Beginners All-Purpose Symbolic Instruction Code*) merupakan Bahasa pemrograman *Integrated Development Environment* (IDE), yaitu bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat program aplikasi berbasis sistem operasi Microsoft Windows, dengan menggunakan model pemrograman "*Common Object Model* (COM)".