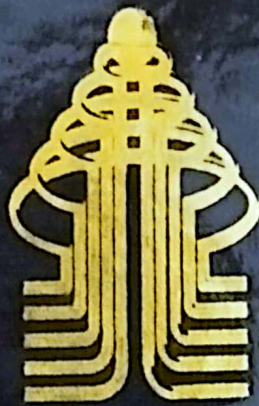


**Komunikasi Data Reporting System Pada Gas
Chromatography Berbasis LabView Melalui Wireless**

THESIS

Disusun oleh

Nama : **TAUFIK HIDAYAT**
No. Pokok : **11520070**
Konsentrasi : **Elektronik Telekomunikasi**



ISTN

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
SEKOLAH PASCA SARJANA
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL
JAKARTA
2016**

Komunikasi Data Reporting System Pada Gas Chromatography Berbasis LabView Melalui Wireless

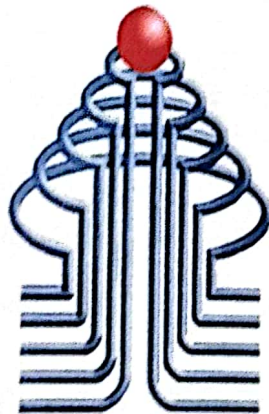
THESIS

Disusun oleh:

Nama : **TAUFIK HIDAYAT**

No. Pokok : **11520070**

Konsentrasi : **Elektronik Telekomunikasi**



ISTN

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
SEKOLAH PASCA SARJANA
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL
JAKARTA
2016**

Komunikasi Data Reporting System Pada Gas Chromatography Berbasis LabView Melalui Wireless

THESIS

Diajukan untuk Memenuhi
Persyaratan pada Kurikulum Program Studi Magister Teknik Elektro
Program Pascasarjana
Institut Sains dan Teknologi Nasional
Jakarta

Disusun oleh:

Nama : TAUFIK HIDAYAT
No. Pokok : 11520070
Konsentrasi : Elektronik Telekomunikasi

Jakarta, Februari 2016

Disetujui oleh:



Dr. Ir. Djoko Hari Nugroho M.T
Dosen Pembimbing I



Prof. Dr. Masbah R.T.S, APU
Dosen pembimbing II

LEMBAR PERSETUJUAN

Komunikasi Data Reporting System Pada Gas Chromatography Berbasis LabView Melalui Wireless

Thesis ini disusun oleh:

Nama : TAUFIK HIDAYAT
No. Pokok : 11520070
Konsentrasi : Elektronik Telekomunikasi

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada hari 29 Februari 2016

Susunan Dewan Penguji :

Ketua : Prof. Dr. H. Masbah R.T.S, APU

Anggota : Dr. Ir. Djoko Hari Nugroho M.T

Dr. Taswanda Taryo, Msc

Dr. Ir. Syamsul El. Yumin, Msc

Thesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh gelar Magister Teknik Elektro

Prof. Dr. H. Masbah R.T.S, APU.

Kepala Program Studi Magister Teknik Elektro

...

PERNYATAAN KEASLIAN ISI TESIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Taufik Hidayat
No Pokok : 11520070
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Konsentrasi : Elektronika Telekomunikasi

“Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan duplikasi, serta tidak mengutip sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Sepanjang pengetahuan serta keyakinan saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagian bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada program pascasarjana ISTN atau perguruan tinggi lainnya.”

Jakarta, 01 Maret 2016

Yang Membuat Pernyataan



Taufik Hidayat

ABSTRACT

Gas Chromatography is used in various industrial fields, especially in quality control. Each brand has a gas chromatography special software provided by manufacturing. And the software can only be used in accordance with the rules. Targets the analysis results will be printed according to the format in the software. However, in the development of software today is a lot of software that can be combined or developed with software engineering, such as LabView. LabView can we develop the software - software that already exist today. Labview can simplify and speed the operator in the printing, selecting, and report the results. Efficient in the can by using LabView is more than 50%.

The development is expected to come make HMI (Human Machine Interface) based Labview. and also build a broader network that can be monitored by each department

Key Words: Gas Chromatography, Lab View, engineering software, networking.

ABSTRAK

Gas Chromatography digunakan dalam berbagai bidang industri khususnya dalam quality control. Setiap brand gas chromatography mempunyai software khusus yang diberikan oleh manufakturnya. Dan software tersebut hanya bisa digunakan sesuai aturannya. Target-target hasil analisa akan di cetak sesuai format dalam software tersebut. Namun dalam perkembangan software saat ini banyak sekali software yang dapat dikombinasikan atau di kembangkan dengan software engineering, seperti LabView. LabView dapat kita kembangkan dalam software-software yang sudah ada saat ini. Labview ini dapat mempermudah dan mempercepat operator dalam mencetak, memilih, dan melaporkan hasil. Efisien yang di dapat dengan menggunakan LabView ini lebih dari 50%.

Pengembangan yang akan datang diharapkan membuat HMI (Human Machine Interface) berbasis Labview. dan juga membangun satu jaringan yang lebih luas agar dapat di monitor oleh setiap departemen.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Anugerah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Thesis ini yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Magister Teknik Elektro Institut Sains dan Teknologi Nasional, Thesis ini berjudul "**Komunikasi Data Reporting System Pada Gas Chromatography Berbasis LabView Melalui Wireless**".

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan Thesis ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak baik secara moril maupun materil. Karya ini penulis dedikasikan untuk kesabaran dan rasa cinta yang besar buat kekasih sekaligus pasangan hidupku "Diah Anugraheni" dan anak-anak tercinta kami Rafie, Azzam dan Jeges. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kepala Program Studi Magister Teknik Elektro ISTN, Bapak Prof. Dr. Masbah R.T.S, APU
2. Bapak Dr. Ir. Djoko Hari Nugroho, M.T, selaku dosen pembimbing I., yang sabar dan baik yang selalu memotivasi penulis untuk maju
3. Bapak-bapak dosen MTE yang telah membimbing penulis.
4. Ibu Susana, Pak Sugeng dan Pak Rahmadya (matur nuwun sanget) yang telah banyak membantu dan memberi dukungan kepada penulis.
5. Teman-teman mahasiswa MTE yang telah memberi semangat

Penulis berharap semoga Thesis ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan bagi pembaca semua, terutama bagi diri penulis, Semoga Allah memberikan Rahmat dan keridhoannya kepada kita semua, Amiin....

Jakarta, 01 Maret 2016

Taufik Hidayat

DAFTAR ISI

JUDUL	i
LEMBAR PEMBIMBING	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAKSI	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penulisan	2
1.4 Pembatasan Masalah	2
1.5 Metode Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Gas Chromatography	4
2.1.1 Carrier Gas Flow Controller	4
2.1.2 Injector	6
2.1.3 Column	8
2.1.4 Detector	12
2.2 Pengenalan LabView	14
2.2.1 Front Panel	15
2.2.2 Block Diagram	15
2.2.3 Pemograman Fungsi Blok	16
2.2.4 Menu File	19
2.2.5 Menu Edit	21
2.2.6 Menu View	23
2.2.7 Menu Project	26
2.2.8 Menu Operate	27
2.2.9 Menu Tools	29
2.2.10 Menu Windows	31
2.2.11 Menu Help	32
2.2.12 Menu Toolbar	33
2.3 GC Solution	36
2.3.1 Starting Up	36
2.3.2 Shutting Down	37
2.3.3 Setting up the method	38
2.3.4 Run Analysis	39
2.3.5 Printing Report	40
2.4 Jaringan Wireless	40
2.5 Wireless LAN	41

BAB III PERANCANGAN PROGRAM	43
3.1 Prinsip Kerja Program	43
3.1.1 Alur Kerja Program	44
3.2 Perancangan Interface	48
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA	54
4.1 Pengujian Software	54
4.2 Pengujian Komunikasi Wireless	56
4.3 Data Perbandingan Waktu Pengoperasian dan Efisiensi	58
4.4 Perbandingan Waktu Pengiriman Secara Wireless dan Manual	59
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	61
5.1 Simpulan	61
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Blok Diagram System Gas Chromatography.....	4
Gambar 2.2 Kurva Van Demeter untuk Hidrogen, Helium dan Nitrogen	5
Gambar 2.3 Split Injection System	6
Gambar 2.4 Splitless Injection System	7
Gambar 2.5 Direction Injection System	8
Gambar 2.6 Bagian-bagian Column	8
Gambar 2.7 Grafik Faktor Asimetri	10
Gambar 2.8 Grafik Perhitungan Efisiensi Column	11
Gambar 2.9 Grafik Output Column MS-13X	12
Gambar 2.10 Grafik Output Column MS-5A	12
Gambar 2.11 Skematik Detektor FID	13
Gambar 2.12 Skematik Detektor TCD	13
Gambar 2.13 Tampilan Structures Functions	16
Gambar 2.14 Tampilan Array Functions	17
Gambar 2.15 Tampilan Boolean Functions	17
Gambar 2.16 Tampilan Numeric Functions	18
Gambar 2.17 Tampilan Timing Functions	18
Gambar 2.18 Tampilan menu pada VI LabView	19
Gambar 2.19 Tampilan menu File	19
Gambar 2.20 Tampilan Option menu Edit	21
Gambar 2.21 Tampilan Option menu View	23
Gambar 2.22 Tampilan Functions Palette	24

Gambar 2.23 Tampilan Controls Palette	24
Gambar 2.24 Tampilan Tools Palette	25
Gambar 2.25 Tampilan Option menu Proj	26
Gambar 2.26 Tampilan Option menu Operate	27
Gambar 2.27 Tampilan Option menu Tools	29
Gambar 2.28 Tampilan Option menu window	31
Gambar 2.29 Tampilan Option menu Help	32
Gambar 2.30 Tampilan Toolbar pada Front Panel	34
Gambar 2.31 Tampilan Toolbar pada Block Diagram	34
Gambar 3.32 Tampilan Awal GC Solution Software	36
Gambar 3.33 Tampilan Display Monitor GC Solution Software	37
Gambar 3.34 Toolbar System Off	37
Gambar 3.35 Toolbar Setting Parameter	38
Gambar 2.36 Tampilan Kalibrasi	38
Gambar 2.37 Toolbar Setting Single Run	39
Gambar 2.38 Tampilan Setting Parameter Data Analysis	39
Gambar 2.39 Toolbar Format Report	40
Gambar 2.40 Toolbar Preview dan Print	40
Gambar 3.1 Diagram Perancangan Program	43
Gambar 3.2 Flowchart Program pada Server	46
Gambar 3.3 Flowchart Program pada Client	47
Gambar 3.4 Form Program Server beserta Fungsi	48
Gambar 3.5 Form Program Client beserta Fungsi	52
Gambar 4.1 Format Data pada Notepad dari GC Solution	54

Gambar 4.2 Langkah-langkah Pengoperasian Program	55
Gambar 4.3 Form Verifikasi data Terpilih	55
Gambar 4.4 Format Form Temple Report	56
Gambar 4.5 Pengujian Komunikasi	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keterangan Option menu File	20
Tabel 2.2 Keterangan Option menu Edit	22
Tabel 2.3 Keterangan Option menu View	25
Tabel 2.4 Keterangan Option menu Project	26
Tabel 2.5 Keterangan Option menu Operate	27
Tabel 2.6 Keterangan Option menu Tools	29
Tabel 2.7 Keterangan Option menu Window	31
Tabel 2.8 Keterangan Option menu Help	32
Tabel 2.9 Keterangan Toolbar pda Front Panel	34
Tabel 2.10 Keterangan Toolbar pada Block Diagram	35
Tabel 4.1 Perbandingan Waktu Pengoperasian	58
Tabel 4.2 Perbandingan Waktu Pengiriman Wireless vs Manual	59

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Instrumen scientific merupakan bidang untuk menganalisa kejadian yang bersifat kimiawi maupun fisis, sebagai contoh gas chromatography (GC), GC merupakan instrumentasi yang berfungsi untuk mendeteksi atau mengukur kandungan atau kadar unsur gas, baik yang bersifat liquid, solid ataupun gas itu tersendiri, tapi beberapa kendala dalam bidang ini adalah begitu mahalnnya ketersediaan yang dijual baik bersifat hardware maupun software. Prinsip hardware pada instrumentasi gas chromatography dasarnya memiliki prinsip kerja yang sama dari berbagai merk. Dengan kemampuan software yang menyediakan berbagai sub-program yang memiliki konten converter program atau formula-formula lengkap maka proses pengukuran menjadi lebih powerfull. Kendala dalam pengoperasian pada software GC solution tidak dapatnya mencetak report dalam bentuk excel dan memilih hanya target tertentu saja yang akan dilaporkan, dan tentunya user harus membeli aplikasi program tambahan yang tentunya membutuhkan biaya yang sangat besar. Dalam tesis ini akan membahas mengenai perancangan dan pembuatan program aplikasi datalog converter yang dapat di integrasikan dengan GC Solution berbasis LabVIEW dan mampu mengirimkan data ke client melalui media wireless untuk mempermudah semua pihak dapat memonitor hasil dari analisa.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dirumuskan dalam penelitian ini adalah bagaimana membangun dan merancang sistem Komunikasi Data reporting menggunakan Labview pada Gas Chromatography.

Lamanya waktu dalam suatu laporan analisa secara manual sangatlah merugikan suatu instansi atau perusahaan, maka dibangunlah suatu komunikasi wireless agar semua dapat melaporkan hasil analisanya dengan cepat dan akurat.

1.3 Tujuan Penulisan

Tesis ini dibuat bertujuan untuk menggantikan sub aplikasi program yang dapat berintegrasi dengan software GC solution sehingga dapat menekan biaya pengeluaran dalam pembelian sub aplikasi program dari GC Solution dan mempercepat waktu hasil reporting data yang di inginkan. Pembahasan melalui tahapan, permodelan program, serta pengecekan hasil dari perancangan program.

1.4 Pembatasan Masalah

Penulisan akan dibatasi pada bagian sebagai berikut :

1. Perancangan program yang dibatasi hanya pada GC solution Shimadzu.
2. Membuat batasan aplikasi program hanya pada aplikasi sorting component datalog converter.
3. Pembuatan aplikasi program dengan menggunakan LabVIEW.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini diantaranya :

1. Tinjauan pustaka dengan melakukan rujukan manual book pada GC solution dari cara penggunaan dan nilai yang dihasilkan oleh program GC solution.
2. Perancangan perangkat lunak dari sistem GC Shimadzu.
3. Simulasi perangkat lunak yang telah dibuat dengan membandingkan hasil dari software GC Solution.

Lamanya waktu dalam suatu laporan analisa secara manual sangatlah merugikan suatu instansi atau perusahaan, maka dibangunlah suatu komunikasi wireless agar semua dapat melaporkan hasil analisisnya dengan cepat dan akurat.

1.3 Tujuan Penulisan

Tesis ini dibuat bertujuan untuk menggantikan sub aplikasi program yang dapat berintegrasi dengan software GC solution sehingga dapat menekan biaya pengeluaran dalam pembelian sub aplikasi program dari GC Solution dan mempercepat waktu hasil reporting data yang di inginkan. Pembahasan melalui tahapan, permodelan program, serta pengecekan hasil dari perancangan program.

1.4 Pembatasan Masalah

Penulisan akan dibatasi pada bagian sebagai berikut :

1. Perancangan program yang dibatasi hanya pada GC solution Shimadzu.
2. Membuat batasan aplikasi program hanya pada aplikasi sorting component datalog converter.
3. Pembuatan aplikasi program dengan menggunakan LabVIEW.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini diantaranya :

1. Tinjauan pustaka dengan melakukan rujukan manual book pada GC solution dari cara penggunaan dan nilai yang dihasilkan oleh program GC solution.
2. Perancangan perangkat lunak dari sistem GC Shimadzu.
3. Simulasi perangkat lunak yang telah dibuat dengan membandingkan hasil dari software GC Solution.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah penulisan dan agar pembahasan yang disajikan lebih sistematis, maka laporan ini dibagi kedalam empat bab. Isi masing-masing bab diuraikan secara singkat sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah dari tujuan penulisan yang meliputi pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Dalam bab ini, pembahasan akan difokuskan pada dasar teori yang berkaitan pada perancangan program yang akan dibahas pada bab 3. Pembahasan meliputi, program LabVIEW yang akan menggantikan atau terintegrasi pada program GC Solution.

BAB III PERANCANGAN PROGRAM

Bab ini menjelaskan tahapan dalam perancangan, serta menjabarkan proses tahapan konversi yang dilakukan oleh program dari file datalog berupa ekstensi .txt hingga menjadi template report berupa ekstensi .xls yang dapat langsung ter-print out.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Bab ini di fokuskan pada pengujian program yang telah didesain pada bab 3.

BAB V KESIMPULAN

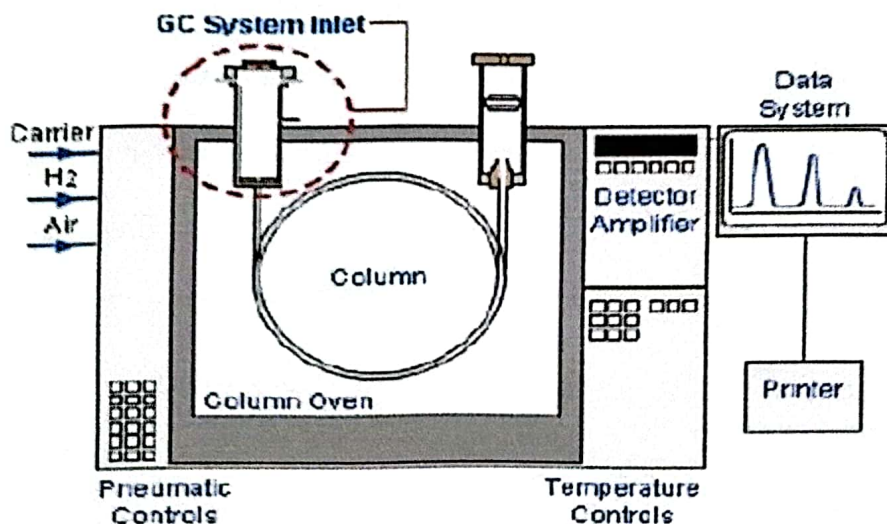
Bab terakhir ini berisikan hasil-hasil yang didapatkan dari pengujian dan analisa yang dibahas pada bab 4.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Gas Chromatography

Gas Chromatography mempunyai empat dasar komponen.



Gambar 2.1: Blok Diagram System Gas Chromatography

2.1.1 Carrier Gas Flow Controller

Peranan carrier gas adalah sebagai pembawa standard atau sampel sampai ke detector. Carrier gas tidak berinteraksi terhadap standard atau sampel. Pemilihan jenis carrier gas ini sangat penting dalam mendapatkan efisiensi yang tinggi. Pengaruh jenis carrier gas dalam efisiensi column dapat diwakilkan oleh persamaan van demeter (pack column).

Persamaan Van demeter sebagai berikut:

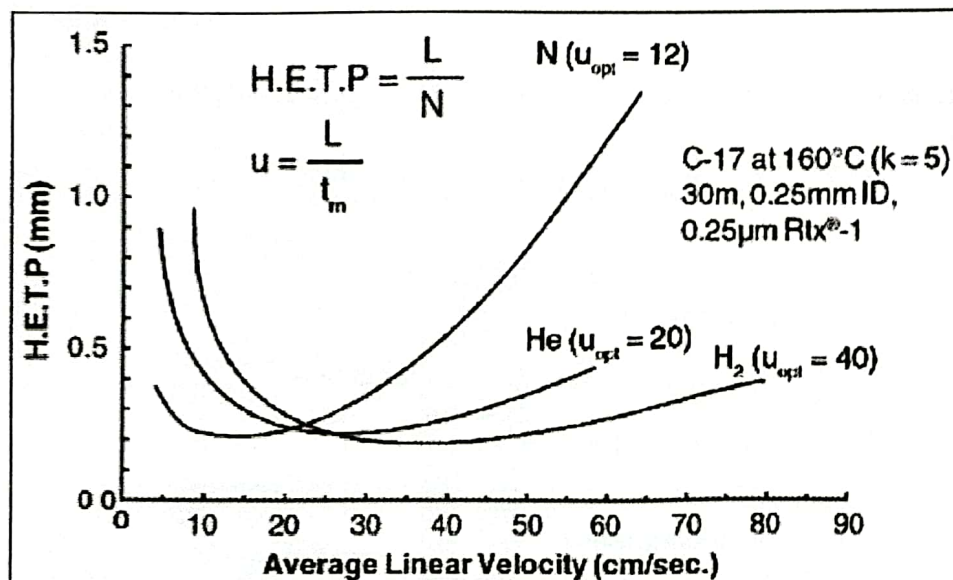
$$HEPT = A + \frac{B}{u} + C_u$$

Dimana : HEPT= Height Equivalent to a theoretical plate

A = konstanta difusi eddy

- B = konstanta difusi longitudinal
- C = konstanta transfer massa
- U = laju alir fase gerak/linear velocity

Laju alir yang terlalu cepat akan menghasilkan HEPT atau efisiensi column yang kurang baik sedangkan laju alir yang lambat akan menghasilkan HEPT atau efisiensi column yang lebih baik. Resultan HEPT semakin tinggi maka efisiensi column semakin jelek dan jika resultan HEPT semakin rendah maka efisiensi column semakin lebih baik, bisa dilihat seperti gambar grafik di bawah ini:



Gambar 2.2: Kurva Van Demeter untuk Hidrogen, Helium dan Nitrogen

Untuk mendapatkan column flow rate yang baik, maka dapat menggunakan persamaan sebagai berikut

$$F_c = \frac{60\pi d^4}{256\mu L} \times \frac{(P+P_0)^2 - P_0^2}{P_0} \times 10^3$$

Dimana : FC = column flow rate

D = column Id

L = column length

P = column inlet pressure

P_o = column outlet pressure

μ = viscosity coefficient

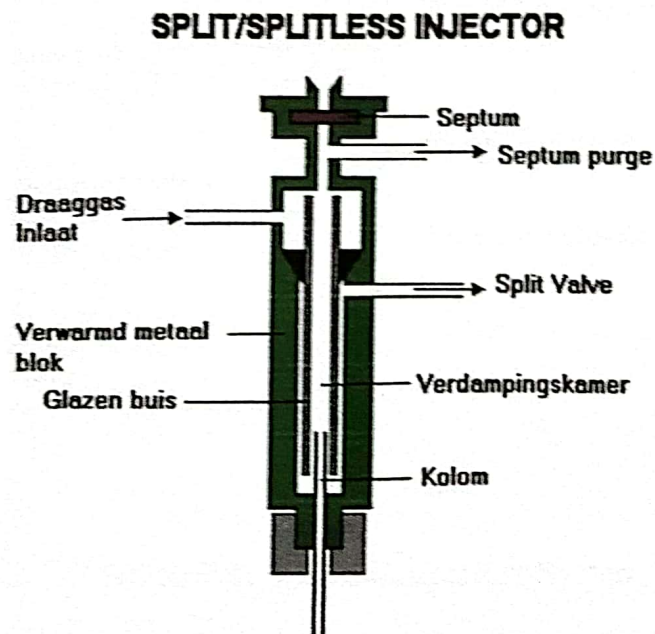
2.1.2 Injector

Tempat untuk menginjeksi sample menuju ke detektor. Biasanya menggunakan syringe untuk menginjeksi standard atau sample pada injector port. Standard atau sample dapat di injeksi dengan manual atau auto.

Injector port mempunyai tiga (3) tipe yaitu:

1. Split

Metode split biasa digunakan untuk konsentrasi sampel yang tinggi.



Gambar 2.3: Split Injection System

Untuk memudahkan mengetahui cara kerja split ini maka kita menggunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$TFC = CF + SF + PF$$

Dimana : TFC = Total Flow Control

CF = Column Flow

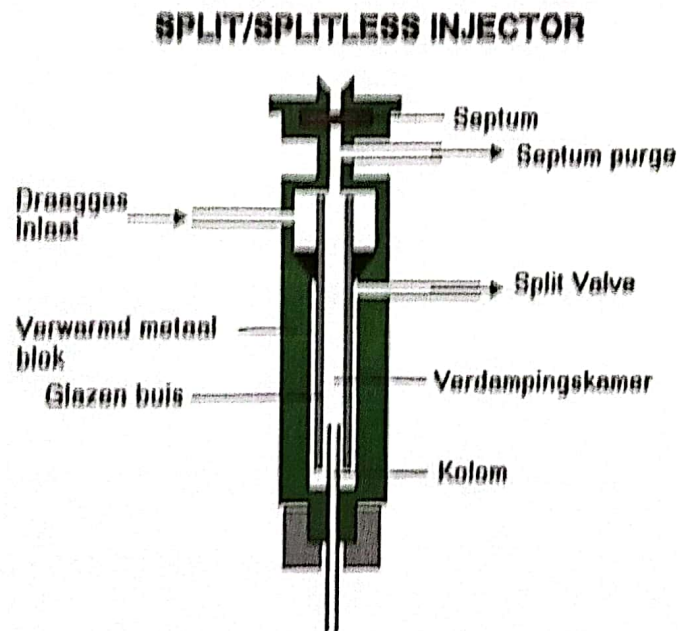
SF = Split Flow

PF = Purge Flow

Untuk mendapatkan hasil yang baik dalam injeksi pada kondisi sampel pekat atau konsentrasi tinggi, kita hanya cukup menseting split flow yang besar.

2. Splitless

Menggunakan splitless ini pada saat standard atau sample mempunyai konsentrasi rendah,

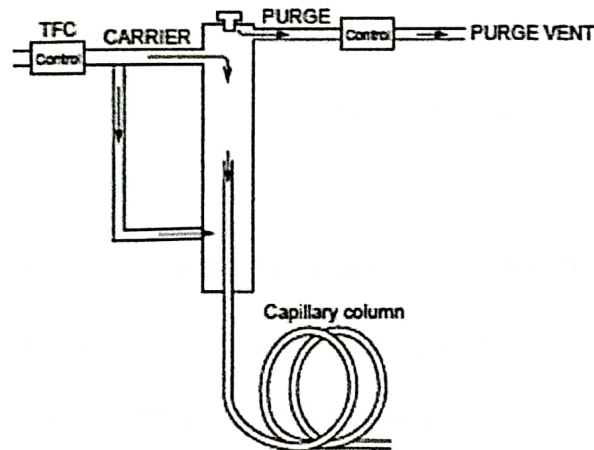


Gambar 2.4: Splitless Injection System

Prinsip kerjanya sama dengan split, hanya saja splitless mempunyai sampling time. Sampling time ini berfungsi untuk meng on kana tau meng off kan valve split, valve ini bertujuan agar sampel tidak keluar pada jalur split, oleh sebab itu maka sampel akan seluruhnya masuk ke dalam column.

3. Direct Inject

Direct injeksi ini mempunyai bentuk injector yang berbeda dengan split atau splitless. Injector ini menginjeksi langsung pada column. Pada injector ini tidak ada jalur untuk split atau splitless.

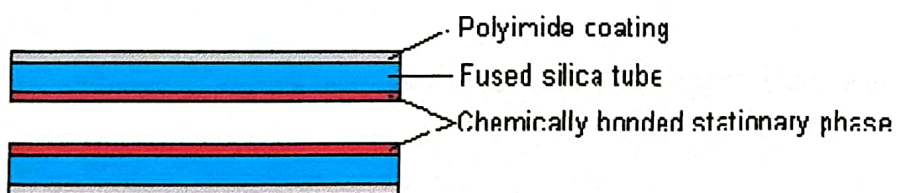


Gambar 2.5: Direction Injection System

2.1.3 Column

Bagian yang berfungsi untuk memisahkan komponen atau senyawa. Ini adalah jantung dari gas chromatography.

Cross section of a Fused Silica Open Tubular Column



Gambar 2.6: Bagian-bagian Column

Pack column adalah glass atau stainless steel tube (panjang 1-5 meter) dengan internal diameter 3mm. Capillary column adalah tube kosong dengan

internal diameter 0.2-0.5 mm yang terbuat dari fuse quartz. Dinding dalam tube nya dilapis oleh thin film of liquid. Lebih dari 100 tipe column yang berbeda.

Isi dari column disebut packing material. Packing materials dibuat khusus untuk GC or LC. Packing material GC kadang disebut adsorption material jika packing LC disebut partition material.

GC packing material biasanya solid phase daripada liquid phase. Nama dari materialnya adalah silica gel, activated charcoal, molecular sieve, dan activated alumina. Mereka digunakan untuk analisa oksigen, nitrogen, carbonic acid gas, methane and ethane.

Column mempunyai aplikasi berbeda beda, column bekerja sesuai dengan manufacture yang membuat. Beberapa contoh aplikasi column dengan parameter temperature dan carrier gas flow yang berbeda beda.

Untuk menghitung resolusi column dalam pemisahan dapat menggunakan persamaan rumus berikut:

$$R_s = \frac{2\Delta t_R}{W_1 + W_2}$$

Dimana R_s = Resolusi

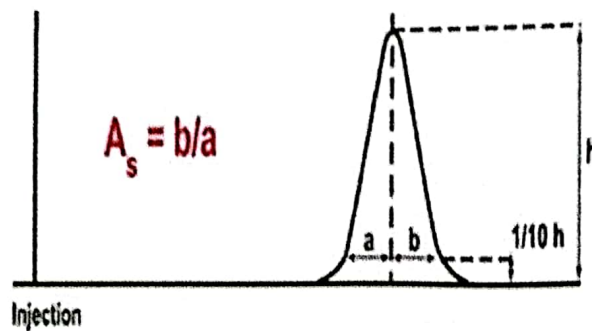
Δt_R = waktu retensi 2 puncak yang berdekatan

$W_1 + W_2$ = lebar puncak

Nilai R_s harus mendekati atau lebih dari 1.5, karena akan memberikan pemisahan puncak yang baik.

Untuk menentukan system presisi kita menginjeksi sebanyak lima (5) kali sampel, lalu kita hitung relative standard deviation (RSD), syarat RSD yang baik adalah $\leq 2\%$.

Faktor asimetri juga dapat kita hitung dalam persamaan berikut :



Gambar 2.7: Grafik Faktor Asimetri

Peningkatan asimetri ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Peningkatan asimetri ini menyebabkan penurunan resolusi, batas deteksi dan presisi. Semakin besar harga TF maka column yang dipakai semakin kurang efisien. Harga $TF \geq 1$ menunjukkan bahwa kromatogram mengalami pengekoran (tailing).

Efisiensi column pun dapat kita hitung dengan persamaa rumus sebagai berikut:

$$N = \left(\frac{tR}{\sigma_t} \right)^2$$

Nilai N juga dihitung dengan:

$$N = 16 \left(\frac{tR}{W_b} \right)^2$$

$$N = 5,54 \left(\frac{tR}{W_{h/2}} \right)^2$$

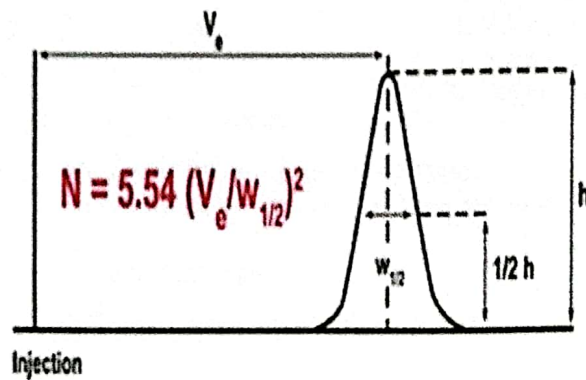
Dimana tR = waktu retensi

σ_t = simpangan baku lebar puncak

$W_{h/2}$ = lebar setengah tinggi puncak

W_b = lebar dasar puncak

Gambar dibawah ini bagaimana cara menghitung t_R , $W_{h/2}$, W_b dan σ suatu puncak kromatogram.



Gambar 2.8: Grafik Perhitungan Efisiensi Column

Kapasitas column dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan sebagai berikut:

$$K' = \frac{(t_R - t_M)}{t_M}$$

Dimana K' = faktor kapasitas

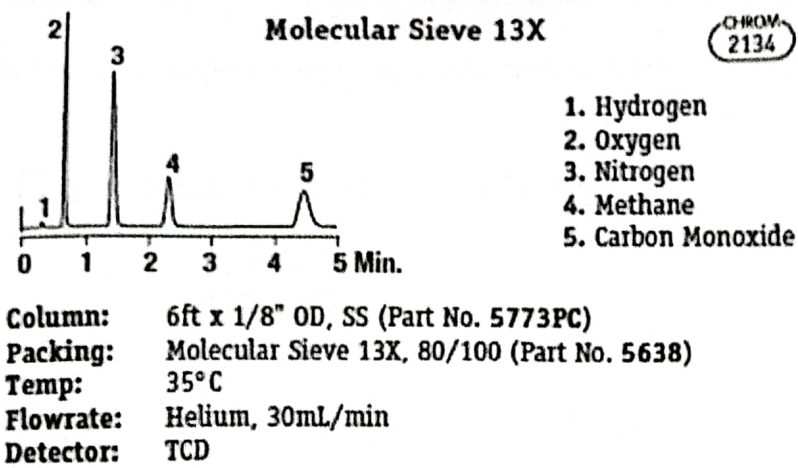
t_R = waktu retensi solute

t_M = waktu retensi fase gerak

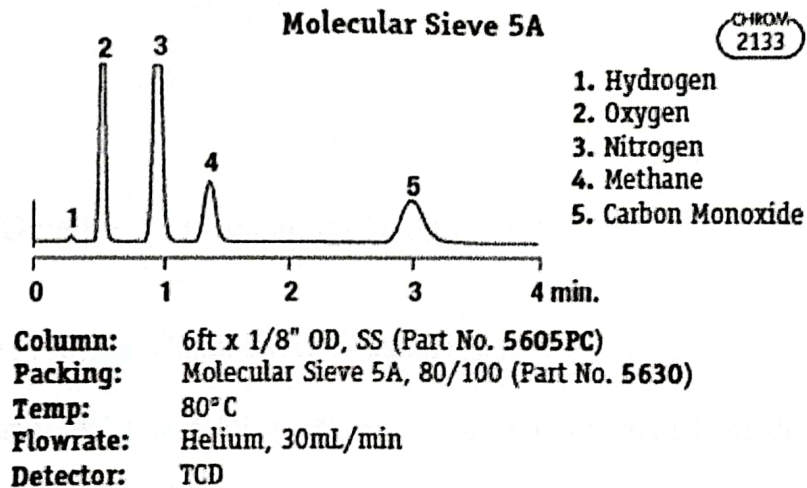
Cara kerja column di pengaruhi oleh beberapa factor yaitu:

1. Stationary phase (fase diam)
2. Konsentrasi stationary phase (fase diam)
3. Column temperature
4. Solid support atau adsorbent

Berikut contoh aplikasi dari column:



Gambar 2.9: Grafik Output Column MS-13X



Gambar 2.10 : Grafik Output Column MS-5A

2.1.4 Detector

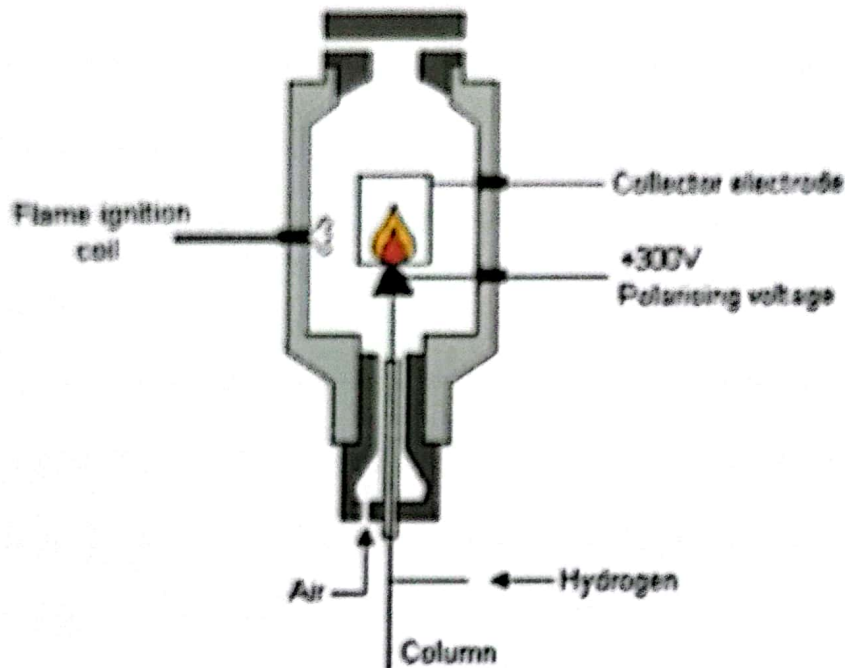
Ada beberapa macam detektor, diantara lain adalah

1. FID (Flammable Ionization Detector).

Dalam detektor ini membutuhkan gas hydrogen dan udara sebagai pembakaran nya. Detektor ini mempunyai elektroda dan FID jet dan diantara high voltage DC. Hasil pembakaran sample akan menghasilkan ion, dan ion

positive akan di tarik oleh HV DC, yang dibuangkan adalah ion negative lalu ion ini masuk kedalam amplifier untuk di proses ke recorder.

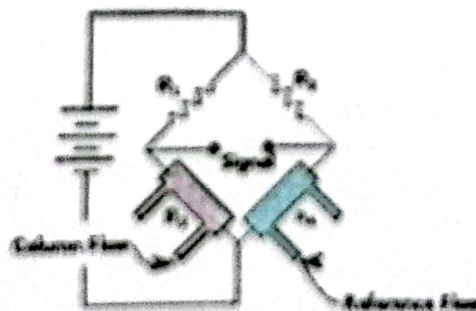
The Flame Ionisation Detector



Gambar 2.11: Skematik Detektor FID

2. TCD (Thermal Conductivity Detector)

Detektor ini mendeteksi semua senyawa compound kecuali carrier gas. Filament terdipanaskan lalu dialiri arus sesuai kebutuhan dan harus dilalui oleh carrier gasnya. Jika filament ini dilewati oleh senyawa compound maka resistansinya akan berubah, resistansi inilah yang akan di rubah menjadi sinyal atau kromatogram.



Gambar 2.12: Skematik Detektor TCD

2.2 Pengenalan LabVIEW

LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*) adalah suatu program instrumentasi yang menggunakan pemrograman berbasis gambar (*icon*) grafis. LabVIEW disebut juga dengan *Virtual Instrument* atau VI karena fungsi dan pengoperasiannya menyerupai bentuk fisik instrumen-instrumen seperti osiloskop dan multimeter. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam LabVIEW berbeda dengan bahasa pemrograman lain yang umumnya menggunakan statemen-statemen atau pernyataan-pernyataan.

Pemrograman pada LabVIEW menggunakan aliran data (*data flow*) yang dihubungkan dengan data yang lain. Pemrograman aliran data ini dibuat pada komponen fungsi dalam LabVIEW yang dinamakan dengan diagram blok (*block diagram*) [1].

LabVIEW dapat digunakan untuk melakukan proses pengukuran dengan canggih, pengetesan proses dalam suatu sistem, dan juga pengontrolan terhadap sistem yang di buat. LabVIEW juga dapat digunakan untuk melakukan simulasi-simulasi dari rancangan-rancangan sistem. Untuk dapat melakukan hal-hal tersebut, pengguna dapat membuat semacam pengantarmukaan. Model pengantarmukaan yang dibuat dengan LabVIEW berbentuk virtual (VI) yang ditampilkan pada layar monitor komputer. Pada LabVIEW terdapat tiga buah komponen dasar yang digunakan untuk membuat pengantarmukaan tersebut, yaitu:

1. *Front Panel*
2. *Block Diagram*
3. *Icon and Connector Pane*

2.2.1 Front Panel

Front panel adalah tempat dimana pengguna (*user*) merancang dan membuat pengantar muka didukung dengan fasilitas-fasilitas VI yang terdapat pada LabVIEW. *Front panel* terdiri dari kontrol dan indikator dimana kontrol merupakan input dan indikator merupakan output. Kontrol pada *front panel* dapat berupa tombol (*knob*), tombol (*push button*) dan perangkat input lainnya. Kontrol disini digunakan untuk mengeset nilai yang diinginkan, memilih tombol *on* atau *off* dan menghentikan program. Sedangkan indikator pada *front panel* dapat berupa LED (*Light Emited Diode*), tampilan grafik dan perangkat output lainnya. Indikator yang terdapat pada *front panel* ini berguna untuk menampilkan hasil output dari program yang dijalankan, yang sebelumnya telah dibuat terlebih dahulu pada *block diagram*.

2.2.2 Block Diagram

Block Diagram merupakan bagian terpenting dalam pemrograman dengan menggunakan LabVIEW. Setiap kontrol dan indikator yang dibuat pada *front panel* berhubungan langsung dengan *block diagram*. Pemrograman pada LabVIEW dilakukan pada *block diagram*. *Block diagram* juga berupa kontrol dan indikator yang nantinya dihubungkan satu sama lain. Pemrograman LabVIEW dilakukan pada *block diagram* ini. Pemrograman pada *block diagram* ini berupa kontrol-kontrol dan indikator-indikator yang dihubungkan dengan cara pengkabelan (*wiring*). Apabila *wiring* telah terhubung dengan benar, maka output dari pemrograman dapat dilihat pada front panel. *Block diagram* yang telah dibuat mempunyai kemiripan dengan sebuah *flowchart*.

Pada *block diagram*, terdapat berbagai macam jenis *functions block*. *Functions block* ini merupakan komponen-komponen yang digunakan dalam

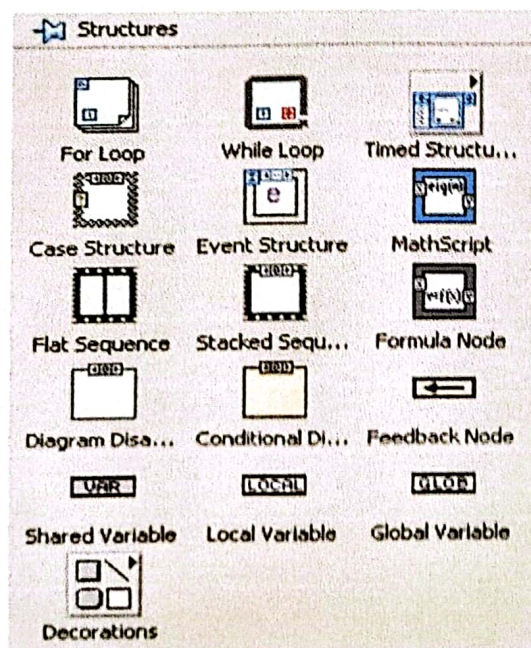
pembuatan suatu diagram blok. Jenis-jenis *functions block* tersebut antara lain *programming*, *measurement I/O*, *instrument I/O*, *vision and motion*, *mathematics*, *signal processing*, *data communication*, *connectivity*, *control design and simulation*, *signal express* dan *e.xpress*. Akan tetapi yang akan dijelaskan dalam teori dasar ini hanyalah *functions block* yang digunakan dalam perancangan sub sistem, yaitu *programming data report*.

2.2.3 Pemograman Fungsi Blok

Pada *functions block of programming* ini terdiri dari beberapa macam *functions block*, diantaranya adalah *structures functions*, *array functions*, *boolean functions*, *numeric functions*, *string functions*, *comparison functions* dan *timing functions*.

1) *Structure Functions*

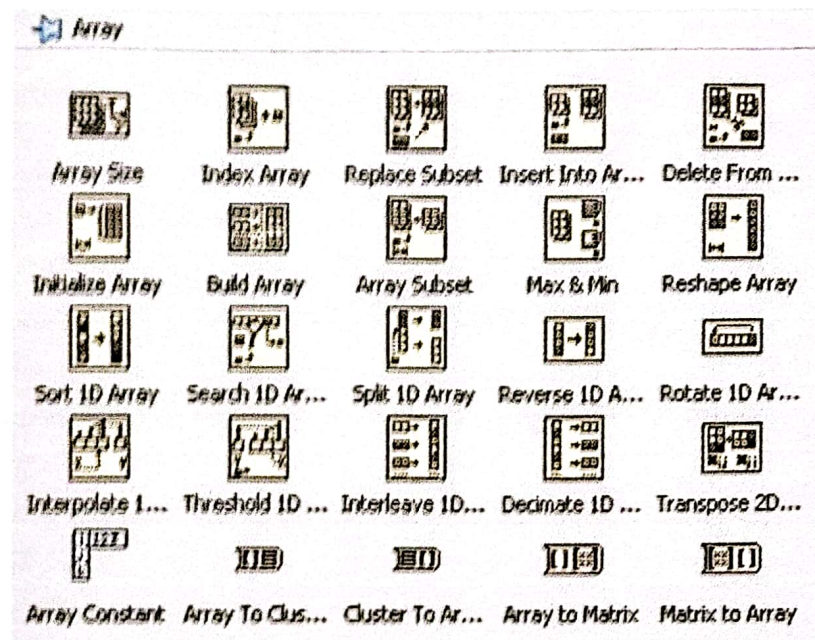
Structure functions secara terdiri dari *functions* yang digunakan untuk membuat suatu kondisi perulangan (*looping*) dalam suatu diagram blok. Contoh *functions* dari *structure functions* adalah *for loop*, *while loop*, *case structure* dan *flat sequence*.



Gambar 2.13: Tampilan *Structures Functions*

2) Array Functions

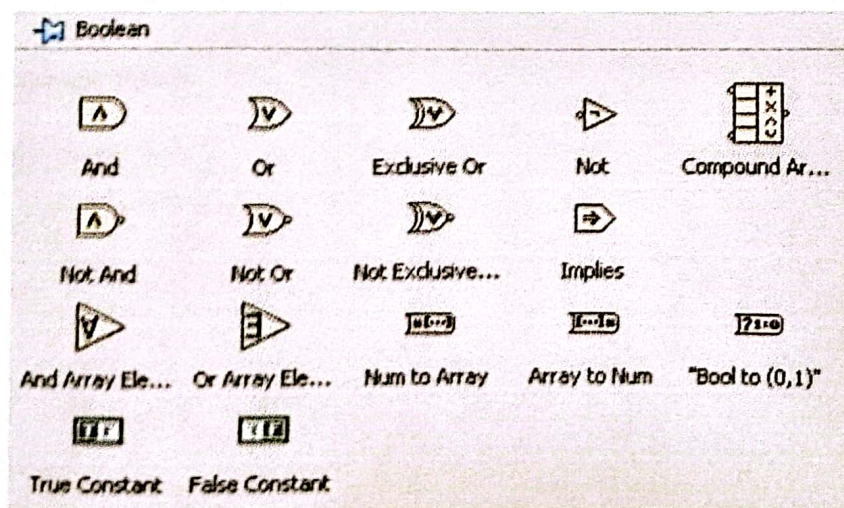
Array functions terdiri dari *functions* yang digunakan untuk memanipulasi data yang berjenis *array*.



Gambar 2.14: Tampilan Array Functions

3) Boolean Functions

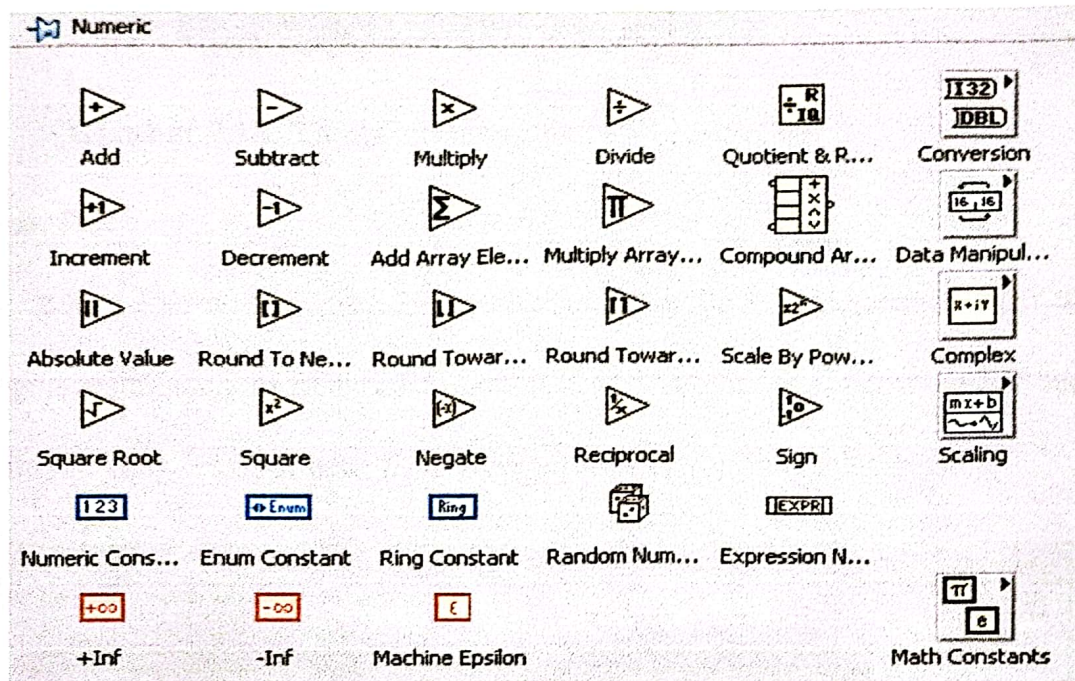
Boolean functions digunakan pada pemrograman yang melakukan operasi logika seperti *and*, *or*, *exor* dan *not*.



Gambar 2.15: Tampilan Boolean Functions

4) *Numeric Functions*

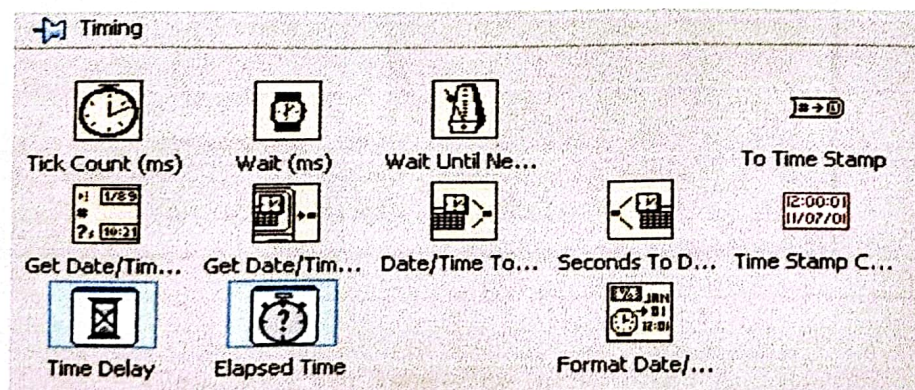
Numeric functions digunakan pada pemrograman yang melakukan fungsi perhitungan aritmatika seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian.



Gambar 2.16: Tampilan *Numeric Functions*

5) *Timing Functions*

Timing functions terdiri dari *functions* yang berfungsi untuk melakukan perhitungan waktu maupun melakukan manipulasi kecepatan waktu beroperasi dalam suatu program.



Gambar 2.17: Tampilan *Timing Functions*

Menu dan Tools Pada LabVIEW

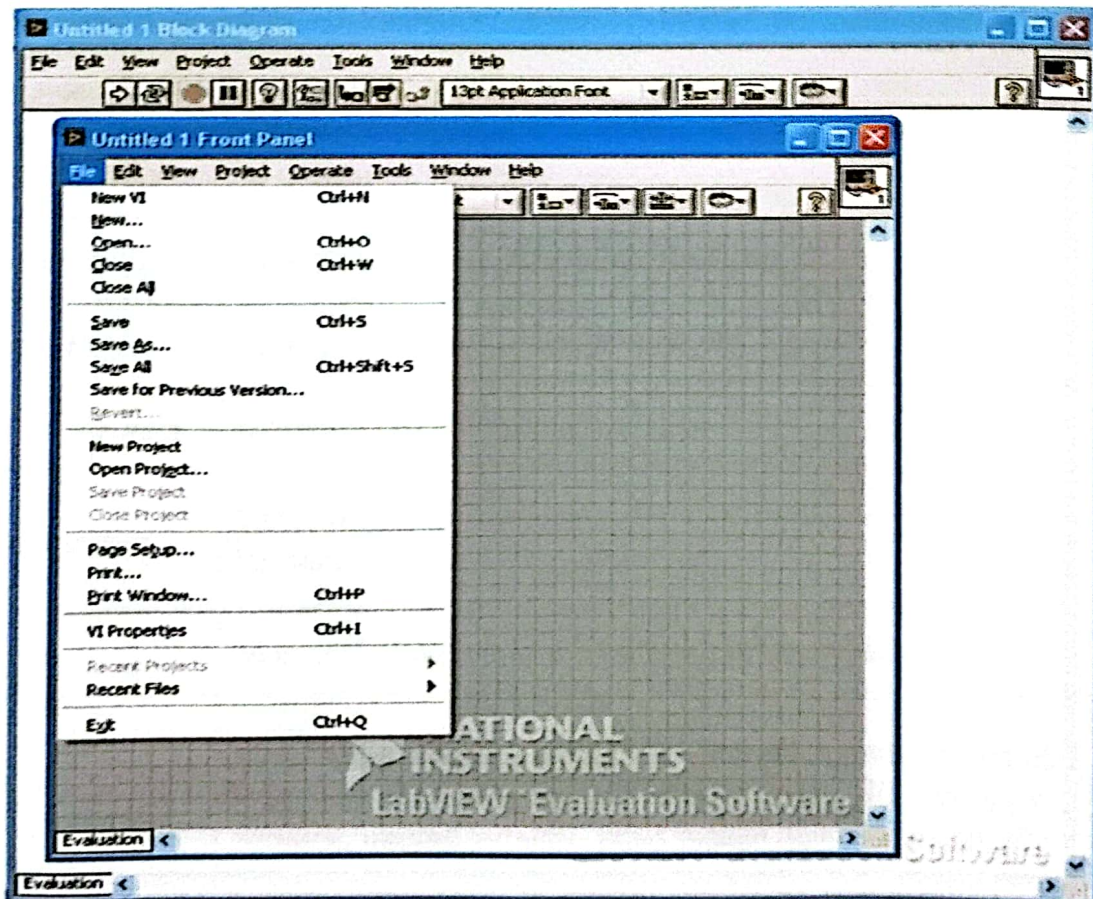
Menu pada tampilan VI LabVIEW terdiri dari *File*, *Edit*, *View*, *Operate*, *Project*, *Tools*, *Window* dan *Help*.



Gambar 2.18: Tampilan menu pada VI LabVIEW

2.2.4 Menu File

Menu *File* terdiri dari beberapa bagian yang digunakan sebagai dasar dari pengoperasian, seperti membuka, menutup, menyimpan dan membuat *file* baru. Menu *file* yang terdapat pada *front panel* dan *block diagram* adalah sama.



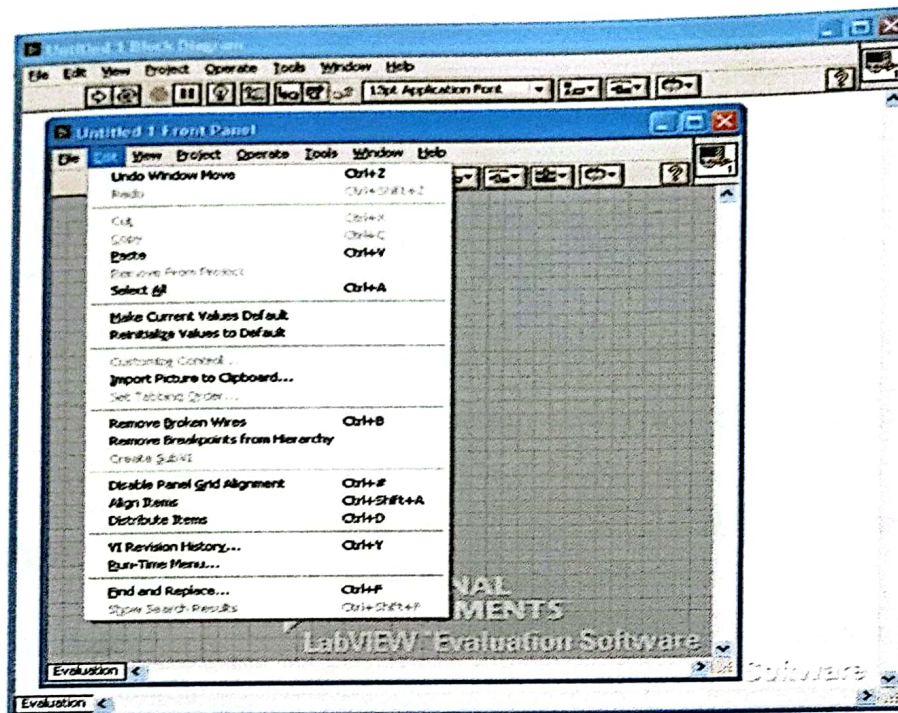
Gambar 2.19: Tampilan menu *File*

Keterangan *Option* menu *File*

No.	KETERANGAN OPTION MENU FILE	
	OPTION	FUNGSI
1	<i>New VI</i>	Membuat VI yang baru
2	<i>New</i>	Membuat <i>template</i> baru atau komponen baru
3	<i>Open</i>	Membuka <i>file</i> yang telah disimpan
4	<i>Close</i>	Menutup <i>file</i> yang diinginkan
5	<i>Close All</i>	Menutup semua <i>file</i> yang telah dibuka
6	<i>Save</i>	Menyimpan <i>file</i> tertentu dengan menentukan nama, tipe <i>file</i> dan lokasinya
7	<i>Save As</i>	Menyimpan <i>file</i> yang telah disimpan tetapi dengan berbeda nama, tipe <i>file</i> dan lokasinya
8	<i>Revert</i>	Menghapus perubahan yang telah disimpan
9	<i>New Project</i>	Membuat <i>project</i> baru
10	<i>Open Project</i>	Membuka <i>project</i> yang telah disimpan
11	<i>Save Project</i>	Menyimpan <i>project</i> dengan tipe <i>file .lvproj</i>
12	<i>Close Project</i>	Menutup <i>project</i> yang diinginkan
13	<i>Page Setup</i>	Pen-settingan dokumentasi VI dan printer output sesuai keinginan
14	<i>Print</i>	Mencetak dokumentasi VI dengan tahapan pilihan
15	<i>VI Properties</i>	Mensetting pilihan umum dan tampilan tertentu untuk kegunaan memori, dokumentasi, revisi <i>file</i> , tampilan <i>window</i> , ukuran <i>window</i> , pelaksanaan dan pencetakan <i>file</i>
16	<i>Recent Project</i>	Menampilkan/membuka <i>project</i> yang baru dibuka
17	<i>Recent Files</i>	Menampilkan/membuka <i>file</i> yang baru dibuka
18	<i>Exit</i>	Untuk keluar dari semua aplikasi program setelah semua <i>file</i> telah disimpan

2.2.5 Menu *Edit*

Menu *edit* terdiri dari beberapa item yang digunakan untuk meneliti serta memodifikasi komponen dari LabVIEW.



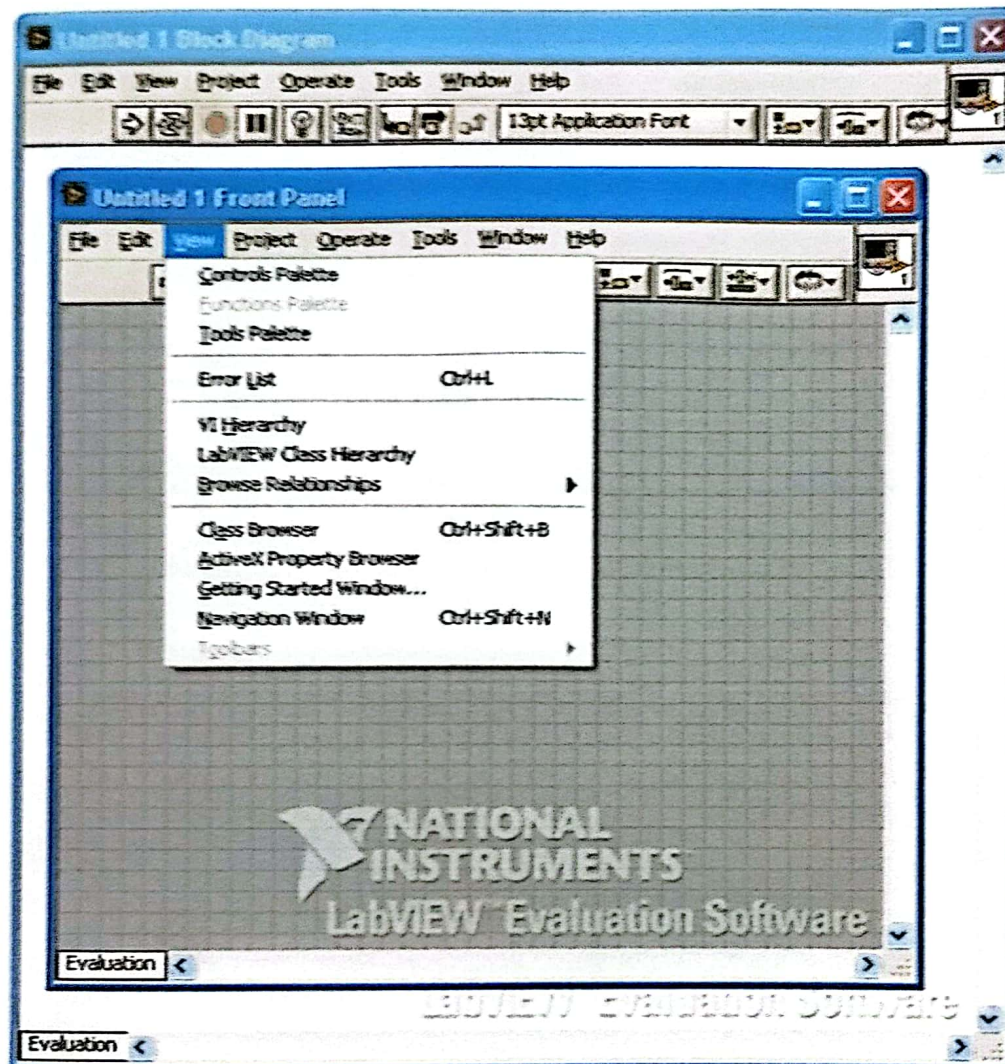
Gambar 2.20: Tampilan *Option* menu *Edit*

Tabel 2.2

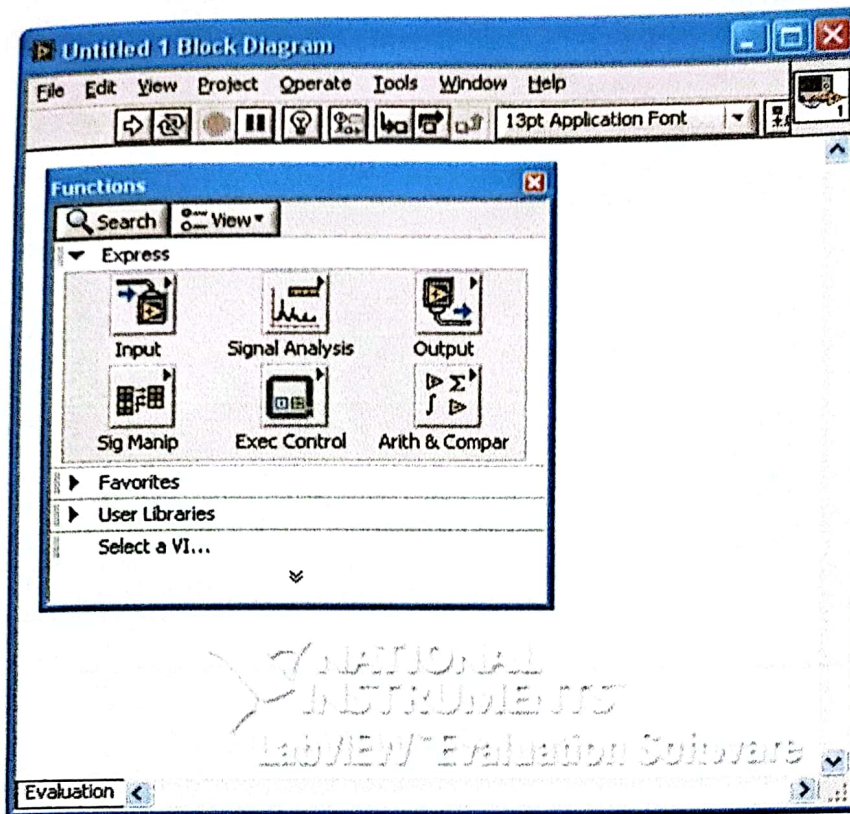
Keterangan *Option* menu *Edit*

No.	KETERANGAN OPTION MENU FILE	
	OPTION	FUNGSI
1	<i>Undo</i>	Membatalkan kegiatan yang dilakukan
2	<i>Redo</i>	Membatalkan <i>undo</i> terakhir yang dilakukan
3	<i>Cut</i>	Memindahkan dan menyimpan icon yang telah dipilih
4	<i>Copy</i>	Menyalin dan menyimpan icon yang telah dipilih
5	<i>Paste</i>	Menampilkan obyek pada clipboard pada window yang aktif
6	<i>Delete</i>	Membuang <i>icon</i> terpilih tanpa menyimpan pada <i>clipboard</i>
7	<i>Select All</i>	Memilih semua obyek pada <i>window</i> yang aktif.
8	<i>Set Tabbing Order</i>	Mengatur urutan obyek pada <i>front panel</i> .
9	<i>Remove Broken Wire</i>	Menghapus semua <i>wire</i> yang rusak dari VI.
10	<i>Created Sub VI</i>	Membuat sub VI baru dari obyek yang dipilih pada block diagram.
11	<i>Import Picture From</i>	Menerima atau mengirim gambar pada VI dari <i>file</i>
12	<i>Customize Control</i>	Membuat obyek <i>front panel</i> yang disesuaikan dengan skala.
13	<i>Run Time Menu</i>	Menu editor yang digunakan untuk membuat dan mengedit menu <i>run - time (TRM) file</i> dan menghubungkan menu dengan VI.
14	<i>Find and Replace</i>	Menemukan fungsi VI, tipe definisi, teks obyek, <i>front panel</i> dan terminal pada diagram blok.

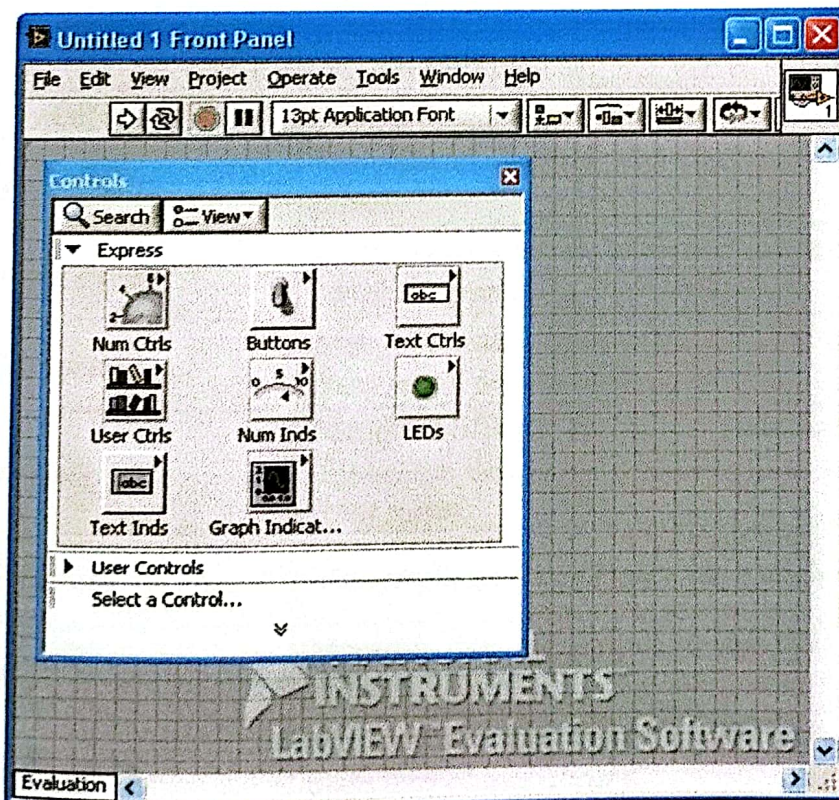
Menu *view* terdiri dari beberapa item yang digunakan untuk mengkonfigurasi bentuk palette pada *window* yang sedang aktif dan memudahkan *user* untuk membuat suatu obyek.



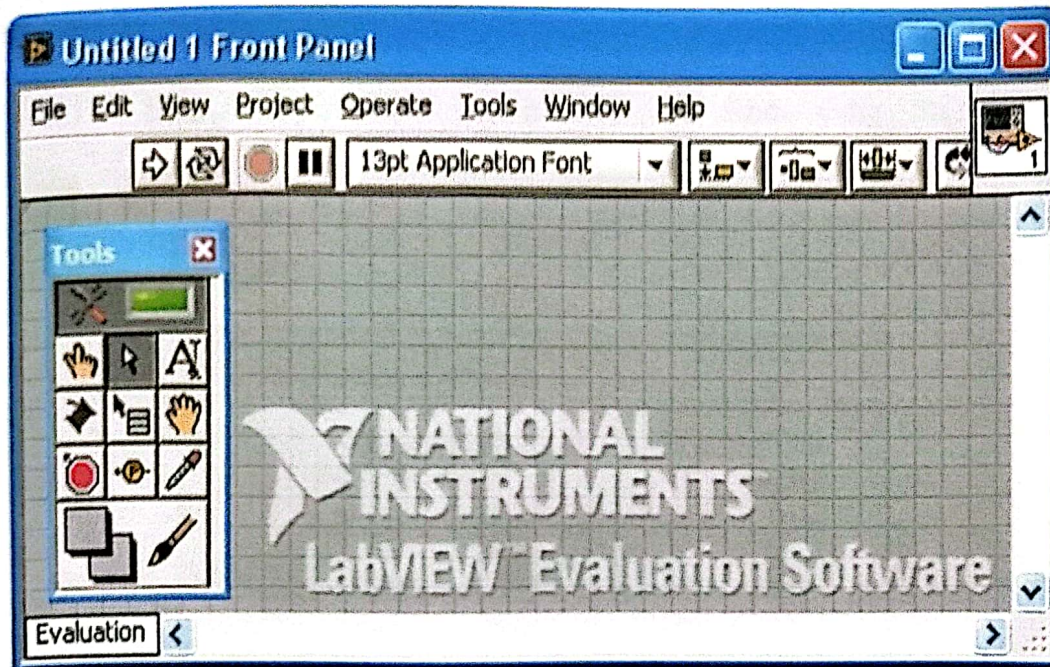
Gambar 2.21: Tampilan Option menu View



Gambar 2.22: Tampilan *Functions Palette*



Gambar 2.23: Tampilan *Controls Palette*



Gambar 2.24: Tampilan *Tools Palette*

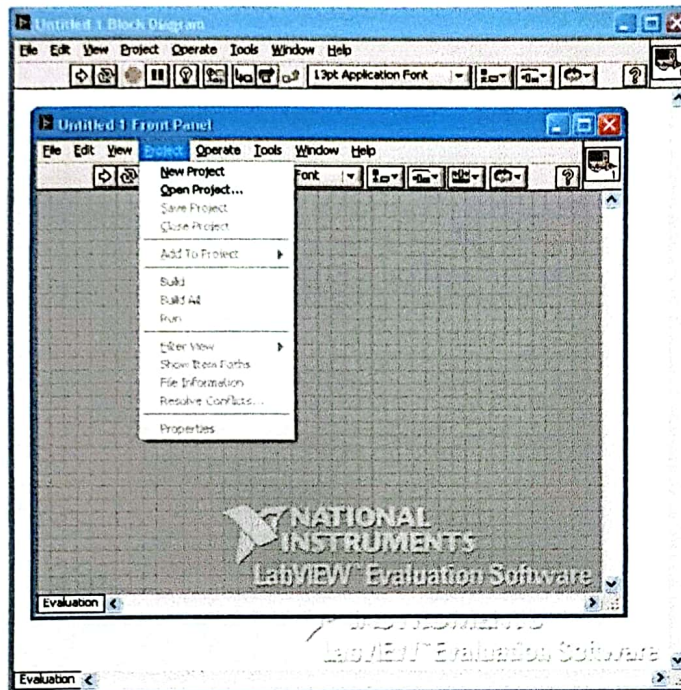
Tabel 2.3

Keterangan *Option menu View*

No.	KETERANGAN OPTION MENU VIEW	
	OPTION	FUNGSI
1	<i>Controls Palette</i>	Meletakkan kontrol dan indikator pada <i>front panel</i> .
2	<i>Function Palette</i>	Meletakkan kontrol, indikator dan terminal pada <i>block diagram</i> .
3	<i>Tools Palette</i>	Mengoperasikan dan memodifikasi obyek pada <i>front panel</i> dan <i>block diagram</i> .
4	<i>Error Lists</i>	Mengidentifikasi kesalahan pada saat program dijalankan dan hasilnya ditampilkan pada user di <i>front panel</i> .
5	<i>VI Hierarchy</i>	Menampilkan <i>icon project</i> yang telah dibuat
6	<i>Brows Relationship</i>	Memilih dan menampilkan sub VI yang telah dibuat.
7	<i>Class Browser</i>	Mencari dan membuat terminal dalam berbagai class dari <i>object library</i> .
8	<i>Getting Started Window</i>	Menampilkan <i>window</i> pertama pada LabVIEW.
9	<i>Navigation Window</i>	Melihat keseluruhan obyek yang telah dibuat pada <i>front panel</i> .

2.2.7 Menu *Project*

Menu *project* terdiri dari beberapa item yang digunakan untuk pengoperasian *project* seperti membuka, menutup, menyimpan dan membuat suatu *project* baru.



Gambar 2.25: Tampilan Option menu *Proj*

Tabel 2.4

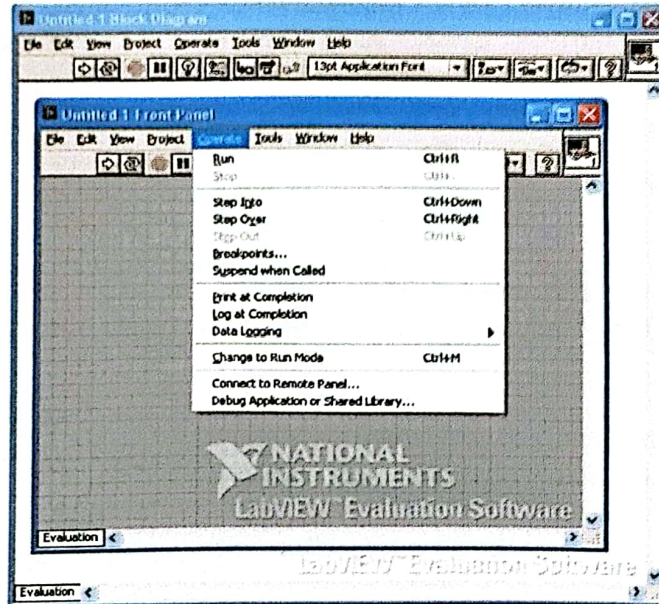
Keterangan Option menu *Project*

No.	KETERANGAN OPTION MENU VIEW	
	OPTION	FUNGSI
1	<i>New Project</i>	Membuat <i>project</i> yang baru
2	<i>Open Project</i>	Membuka <i>project</i> yang telah disimpan
3	<i>Save Project</i>	Menyimpan <i>project</i> dengan menentukan nama <i>project</i> dan lokasi untuk pertam kali penyimpanan
4	<i>Close Project</i>	Menutup <i>project</i> yang diinginkan
5	<i>Add to Project</i>	Membuat <i>project</i> baru pada front panel dan block diagram

6	<i>Run</i>	Menjalankan <i>project</i>
7	<i>File Information</i>	Memberi informasi pada <i>user</i> lokasi <i>project</i> yang telah disimpan

2.2.8 Menu Operate

Menu *Operate* terdiri dari beberapa item yang digunakan untuk mengontrol suatu operasi dari VI.



Gambar 2.26: Tampilan *Option menu Operate*

Tabel 2.5

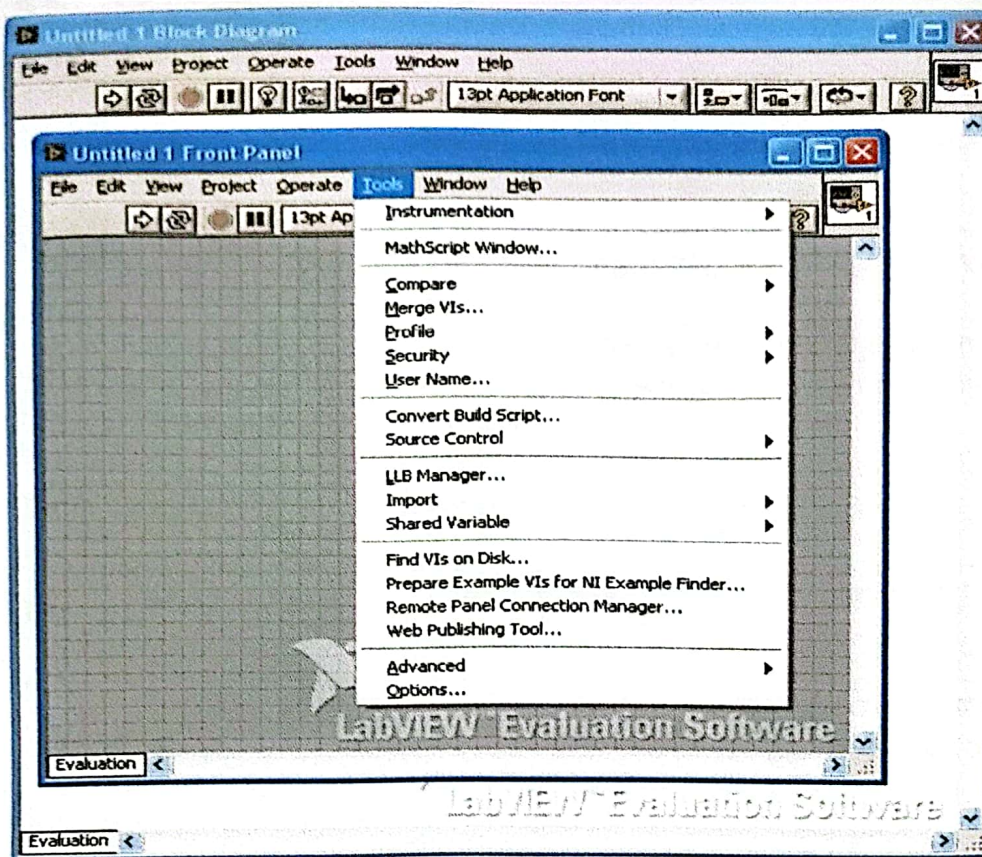
Keterangan *Option menu Operate*

No.	KETERANGAN OPTION MENU VIEW	
	OPTION	FUNGSI
1	<i>Run</i>	Menjalankan program pada suatu VI.
2	<i>Stop</i>	Menghentikan eksekusi pada program yang sedang dijalankan.
3	<i>Step Into</i>	Melihat tahapan pertama pada obyek yang dibuat pada saat program dijalankan.
4	<i>Step Over</i>	Melihat tahapan akhir pada obyek yang dibuat

		pada saat program dijalankan.
5	<i>Step Out</i>	Menutup tahapan yang sedang dilihat pada saat program dijalankan.
6	<i>Suspend when Called</i>	Mengedit nilai dari suatu kontrol atau indikator dan mengontrol beberapa kali, VI tersebut dijalankan pada VI sebelum kembali ke pemanggil pelaksana VI.
7	<i>Print at Completion</i>	Mencetak data yang diinginkan melalui terminal pada <i>block diagram</i> .
8	<i>Data Logging</i>	Memasukkan fungsi <i>Datalogging Log, Retrieve, Purge Data, Charge Log File Binding</i> dan <i>Clear Log File Binding</i> .
9	<i>Log at Completion</i>	Menyimpan data logging dari <i>front panel</i> ke dalam <i>file datalog</i> yang terpisah dengan format <i>text delimited</i> .
10	<i>Change to Run Mode</i>	Mengubah VI ke <i>Run Mode</i> ketika pada <i>Run Mode</i> item akan berubah ke <i>Change to Edit Mode</i> .
11	<i>Connect to Remote Panel</i>	Untuk berhubungan dan mengontrol <i>front panel</i> pada saat komputer lain terpisah sedang dijalankan

2.2.9 Menu Tools

Menu *tools* terdiri dari beberapa item yang digunakan untuk mengkonfigurasi LabVIEW dan VI.



Gambar 2.27 Tampilan Option menu *Tools*

Tabel 2.6

Keterangan Option menu *Tools*

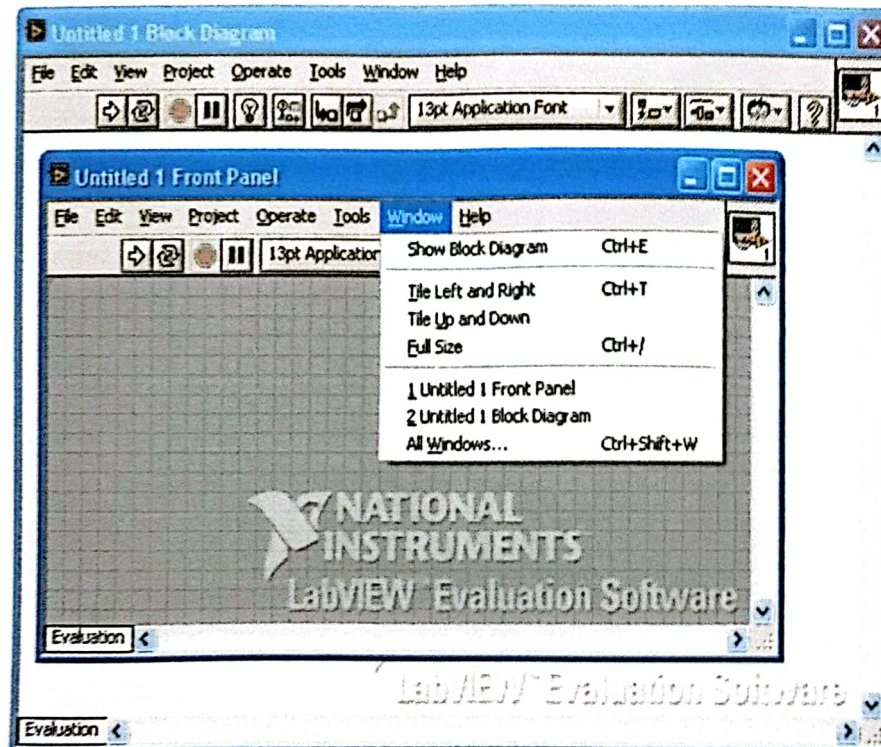
No.	KETERANGAN OPTION MENU VIEW	
	OPTION	FUNGSI
1	<i>Measurement and Automation Explorer</i>	Mengakses <i>Instrumen and Automation Explorer</i> yang dapat digunakan untuk aplikasi dari instrumen dan <i>hardware</i> data akuisisi yang terhubung ke sistem.
2	<i>Instrumentation</i>	Mengakses item <i>Instrumen Driver Network</i> , <i>ImportCVIInstrument Driver</i> , serta <i>update VXIplug and play drivers</i> .
3	<i>Mathscript Window</i>	Mengedit dan melaksanakan perintah matematika dan penyajian grafik pada variabel seperti Matlab.
4	<i>Compare</i>	Mengakses fungsi perbandingan dari <i>compare VI</i> , <i>Show Differences</i> , <i>Compare VIVlerarchies</i> , <i>Compare Files</i> , dan digunakan hanya untuk pengguna dengan sistem perbandingan

		<i>professional development</i> dari VI.
5	<i>Profile</i>	Memperoleh dan menampilkan data tentang pelaksanaan waktu dan penggunaan memori pada VI.
6	<i>Security</i>	Untuk berhubungan langsung dengan server.
7	<i>User Name</i>	Menampilkan dialog box yang digunakan untuk menset atau mengubah nama pengguna LabVIEW.
8	<i>Build Executable</i>	Membuat <i>project</i> di dalam VI.
9	<i>Convert Build Script</i>	Mengkonversikan <i>build script</i> dari <i>project</i> yang lain.
10	<i>Source Control</i>	Mengakses sumber <i>control function</i> , item ini hanya digunakan untuk pengguna dengan system perbandingan profesional dari VI.
11	<i>.NET and ActiveX</i>	Menambahkan kontrol untuk <i>control palette</i> dari <i>server</i> .
12	<i>Llb Manager</i>	Memperbanyak, mengubah nama dan menghapus <i>file</i> dalam LLBs.
13	<i>Shared Variable</i>	Mencari <i>local system</i> dari <i>server</i> ke <i>client</i> .
14	<i>Create Data Link</i>	Membuat <i>link database</i> .
15	<i>Find Vis on Disk</i>	Mencari VI dari nama <i>filenya</i> .
16	<i>Fuzzy Logic Controller Design</i>	Mengetes <i>fuzzy logic control</i> yang sudah dibuat.
17	<i>Internet Toolkit</i>	Menyertakan kemampuan internet dalam VI.
18	<i>Prepare Example VI for NI Example Finder</i>	Mengambil contoh dari NI untuk <i>prepare</i> atau persiapan.
19	<i>Remote Panel Connection Manager</i>	Untuk melihat semua <i>client traffic</i> pada server.
20	<i>Web Publishing Tool</i>	Untuk mengakses VI's web publishing tool
21	<i>Advanced</i>	Mengakses the <i>Mass Compile</i> , <i>VI Metrics</i> , <i>Profile</i> , <i>Export Strings</i> , <i>Import Strings</i> , <i>Import ActiveX Property Browser</i> . <i>Export Strings</i> dan <i>Import Strings</i> digunakan untuk <i>export</i> dan

		<i>import strings dari VI programmatically.</i>
22	<i>Options</i>	Untuk mengubah penampilan dan kegunaan dari VI.

2.2.10 Menu *Windows*

Menu *windows* terdiri dari beberapa item yang digunakan untuk membuka *window front panel* dan *block diagram* serta ukuran *window-window* tersebut sehingga mempermudah *user* dalam membuat suatu obyek.



Gambar 2.28: Tampilan *Option* menu *Window*

Tabel 2.7

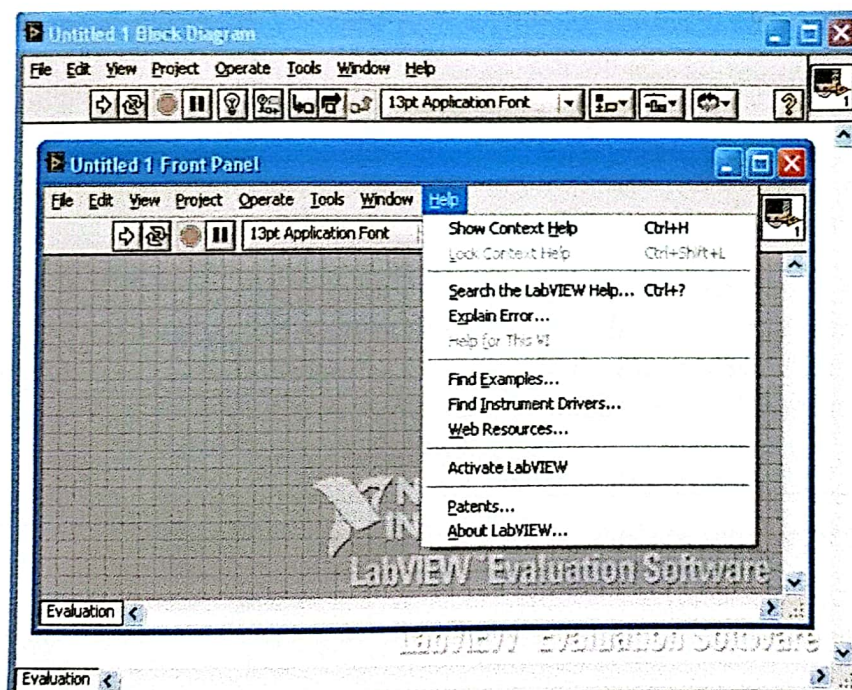
Keterangan *Option* menu *Window*

No.	KETERANGAN OPTION MENU VIEW	
	OPTION	FUNGSI
1	<i>Show Block Diagram or Front Panel</i>	Menampilkan <i>window</i> yang diinginkan antara <i>front panel</i> dan <i>block diagram</i> .

2	<i>Tile Left and Right</i>	Mengatur <i>window</i> dari kanan ke kiri.
3	<i>Tile Up and Down</i>	Mengatur <i>window</i> dari atas ke bawah.
4	<i>Full Size</i>	Membuat tampilan <i>window</i> membesar sampai memenuhi tampilan di layar monitor pada komputer.

2.2.11 Menu Help

Menu *help* terdiri dari beberapa item untuk menemukan fitur-fitur LabVIEW dan komponen lainnya serta menyediakan dokumentasi LabVIEW lengkap dan mengakses *National Instruments Technical Support*.



Gambar 2.29: Tampilan *Option menu Help*

Tabel 2.8

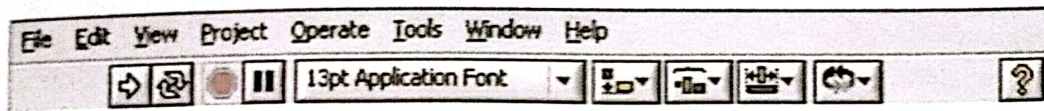
Keterangan *Option menu Help*

No.	KETERANGAN OPTION MENU VIEW	
	OPTION	FUNGSI
1	<i>Show Content Help</i>	Menampilkan Window Content Help yang dapat menyediakan referensi dasar dari informasi pada

		saat menggerakkan kursor diatas semua VI.
2	<i>Lock Content Help</i>	Mengunci isi tertentu dari <i>Content Help Window</i> . Jika item ini aktif, menggerakkan kursor diatas berbeda <i>front panel</i> atau obyek <i>block diagram</i> tidak mengubah isi dari <i>Content Help Window</i> .
3	<i>Search the LabVIEW Help</i>	Memberi informasi kepada <i>user</i> mengenai fitur-fitur yang ada pada LabVIEW dalam membuat aplikasi.
4	<i>Explain Error</i>	Untuk mengakses seluruh referensi informasi untuk <i>error</i> tertentu pada VI.
5	<i>Investigate Internal Error</i>	Untuk menyelidiki seluruh referensi informasi untuk <i>error</i> tertentu pada VI.
6	<i>Help for this VI</i>	Mengakses seluruh VI informasi dari LabVIEW <i>Help</i> elektronik dokumentasi dari VI tertentu.
7	<i>Find Example</i>	Mencari contoh-contoh VI sebagai referensi <i>user</i> untuk membuat suatu obyek tertentu.
8	<i>Find Instrument Driver</i>	Mengakses ke internet dan <i>links</i> yang akan terhubung ke <i>National Instruments Technical</i>
9	<i>Web Source</i>	Mengakses ke internet dan <i>links</i> yang akan terhubung ke <i>National Instruments Technical Support</i> , <i>The LabVIEW Knowledge Base</i> , <i>NI Developer Zone</i> dan online <i>National Instruments Sources</i> lainnya.
10	<i>Database Toolset VI and Example</i>	Menampilkan beberapa <i>database</i> yang berbeda.
11	<i>FieldPoint</i>	Menguraikan VI untuk <i>FieldPoint Hardware</i> .
12	<i>Patents</i>	Menampilkan informasi hak paten program LabVIEW.
13	<i>About LabVIEW</i>	Melihat informasi umum tentang LabVIEW.

2.2.12 Toolbar

Toolbar pada tampilan *front panel* dan *block diagram* berbeda karena fungsi dari kedua *window* tersebut juga berbeda.



Gambar 2.30: Tampilan *Toolbar* pada *Front Panel*

Tabel 2.9

Keterangan *Toolbar* pada *Front Panel*

Bentuk <i>Icon</i>	Nama <i>Icon</i>	Fungsi
	<i>Run</i>	Menjalankan program pada suatu VI.
	<i>Continuous Run</i>	Menjalankan program VI secara berulang-ulang.
	<i>Abort Execution</i>	Menghentikan eksekusi pada saat program sedang dijalankan.
	<i>Pause</i>	Menghentikan eksekusi pada saat program sedang dijalankan, namun hanya bersifat sementara.
	<i>Text Settings</i>	Mengatur ukuran, warna dan tipe huruf.
	<i>Align Objects</i>	Membariskan obyek.
	<i>Distribute Objects</i>	Memberi ruang pada obyek.
	<i>Resize Objects</i>	Mengubah lebar dan tinggi obyek.
	<i>Reorder</i>	Mengatur obyek untuk diposisikan di depan atau di belakang obyek lain.
	<i>Show Contexts Help Window</i>	Menyediakan referensi dasar dari informasi pada saat menggerakkan kursor diatas semua VI.



Gambar 2.31: Tampilan *Toolbar* pada *Block Diagram*

Keterangan Toolbar pada Block Diagram

Bentuk Icon	Nama Icon	Fungsi
	<i>Run</i>	Menjalankan program pada suatu VI.
	<i>Continuous Run</i>	Menjalankan program VI secara berulang-ulang.
	<i>Abort Execution</i>	Menghentikan eksekusi pada saat program sedang dijalankan.
	<i>Pause</i>	Menghentikan eksekusi pada saat program sedang dijalankan, namun hanya bersifat sementara.
	<i>Highlight Execution</i>	Melihat aliran data melalui <i>block diagram</i> .
	<i>Retain Wire Values</i>	Menampilkan nilai dari <i>wire</i> pada saat program sedang berjalan.
	<i>Step Into</i>	Menampilkan <i>loop</i> dalam yang sedang bekerja.
	<i>Step Over</i>	Menampilkan <i>loop</i> atas yang sedang bekerja.
	<i>Step Out</i>	Menghentikan langkah <i>step into</i> dan <i>step over</i> .
	<i>Text Settings</i>	Mengatur ukuran, warna dan tipe huruf.
	<i>Align Objects</i>	Membariskan obyek.
	<i>Distribute Objects</i>	Memberi ruang pada obyek.
	<i>Reorder</i>	Mengatur obyek untuk diposisikan di depan atau di belakang obyek yang lain.
	<i>Show Contexts Help Window</i>	Menyediakan referensi dasar dari informasi pada saat menggerakkan kursor diatas semua VI.

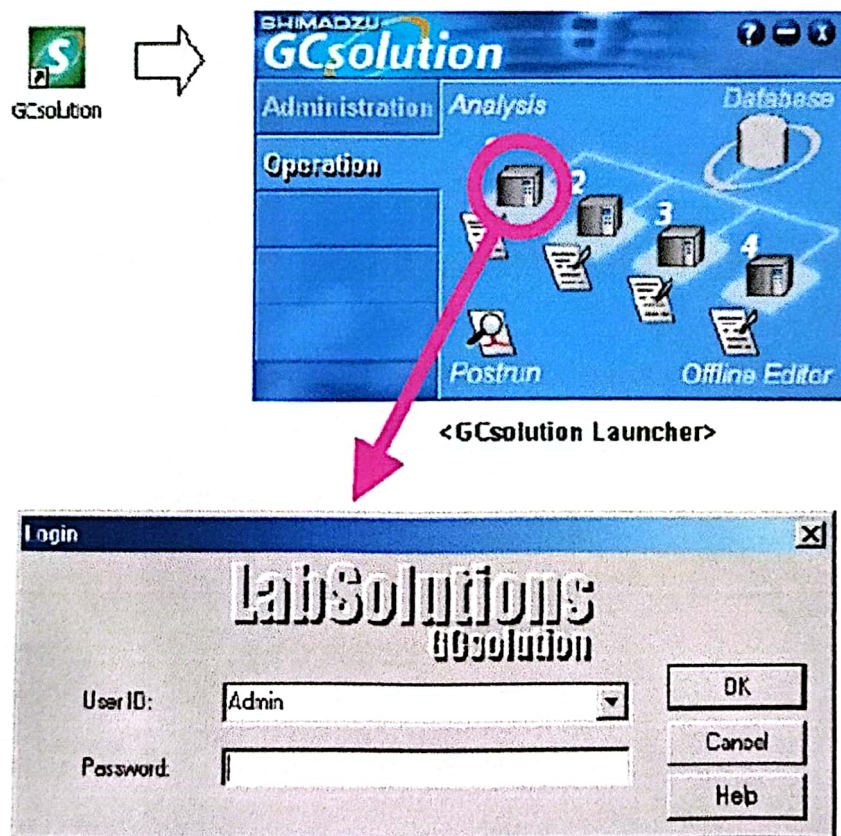
2.3 GC Solution

GC solution adalah software yang diberikan oleh shimadzu distributor pada saat membeli produk gas chromatography. Gas chromatography di kontrol oleh software ini, mulai dari start up dan shut down GC.

Semua data analisa akan direkam oleh software ini hingga pencetakan hasil analisa. Identifikasi semua target analisa juga di olah oleh software gc solution.

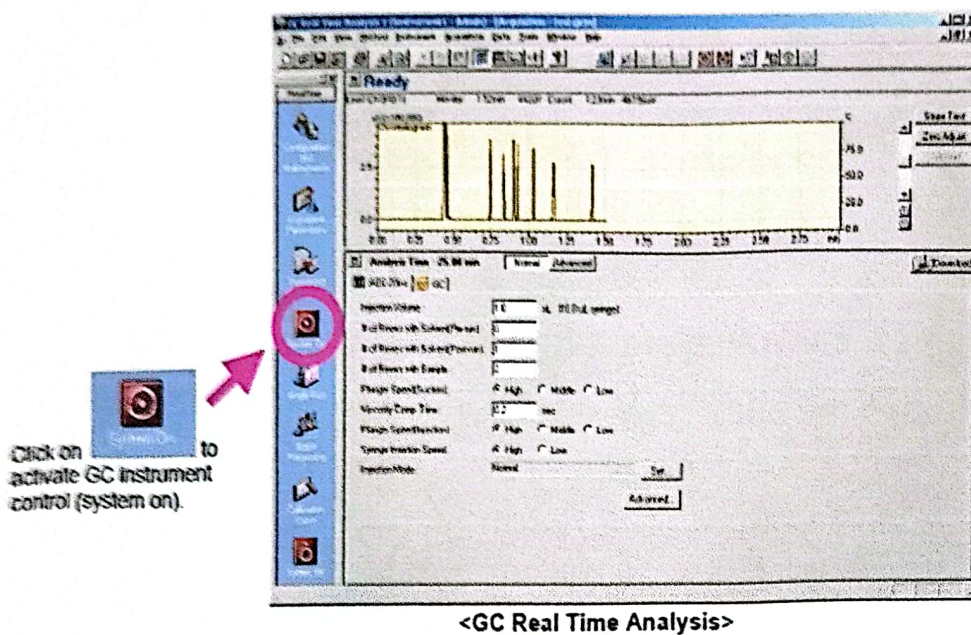
2.3.1 Starting Up

Tahap paling awal kita aktifkan GC, lalu buka semua saluran gas. Nyalakan komputer dan printer.



Gambar 2.32: Tampilan Awal GC Solution Software

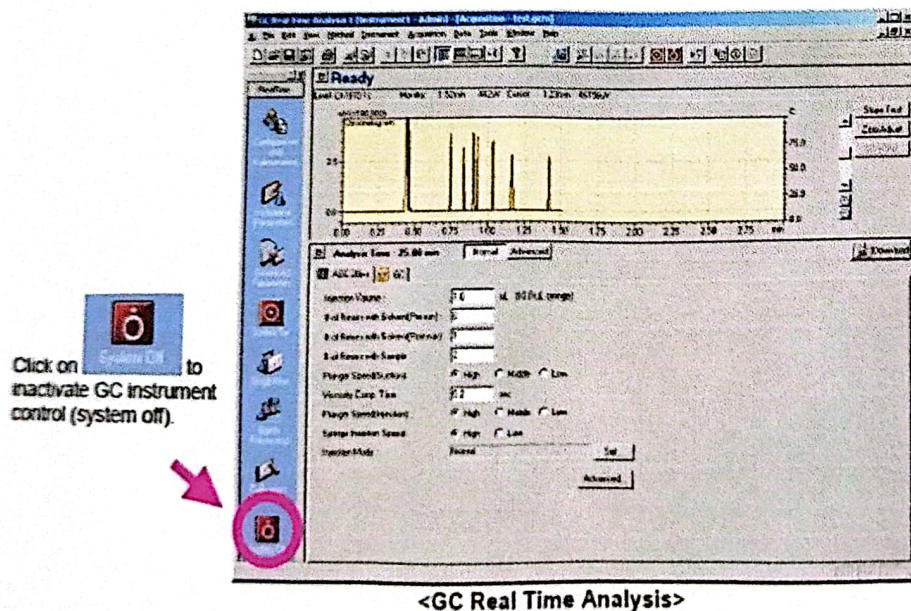
Pilih instrument yang akan kita gunakan pada tampilan software gc solution. On kan GC pada side bar. Maka GC akan aktif dan siap di gunakan.



Gambar 2.33: Tampilan Display Monitor GC Solution Software

2.3.2 Shutting Down

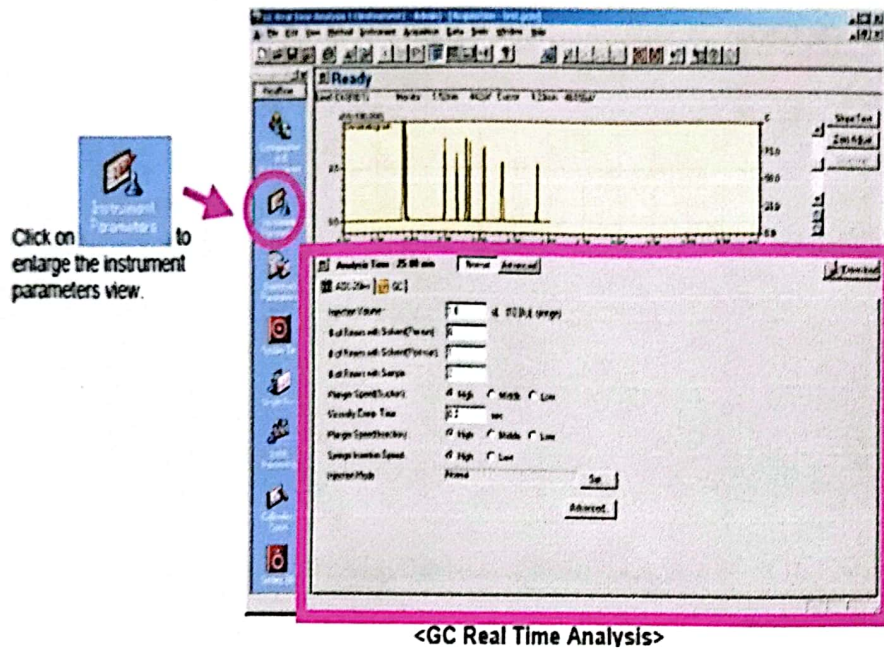
Tahapan untuk shutting down dilakukan secara berlawanan pada saat starting up.



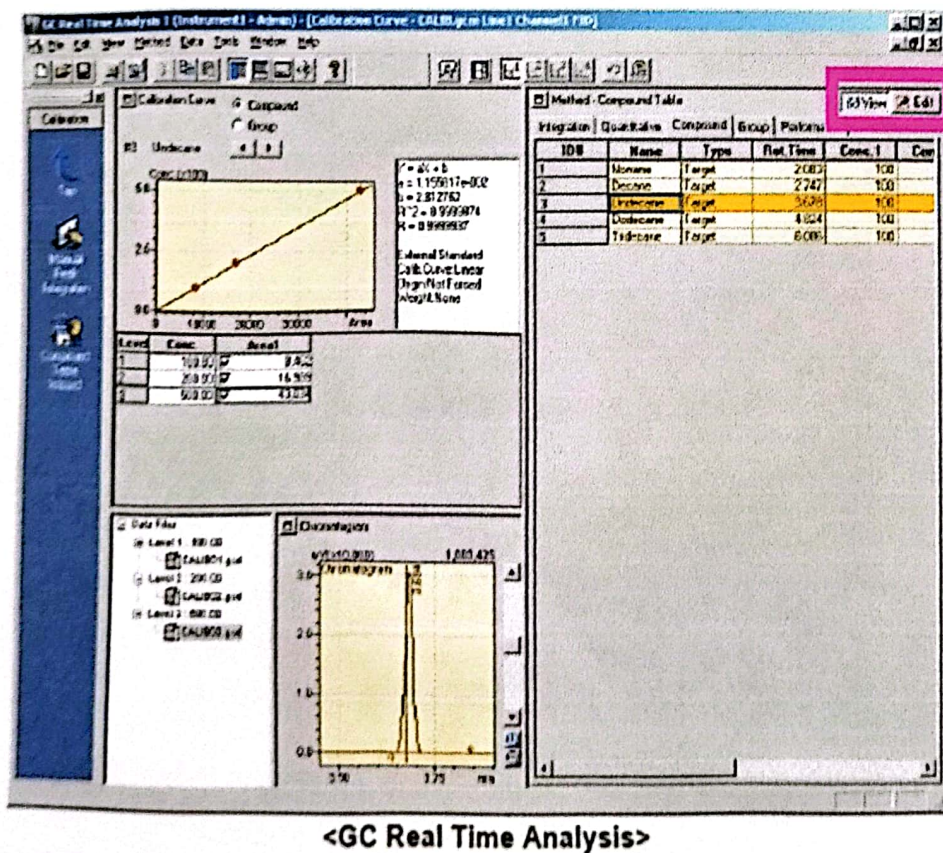
Gambar 2.34: Toolbar System Off

2.3.3 Setting up the method

Tampilan untuk merubah parameter temperature injector, column dan detector. Dan juga merubah parameter kalibrasi.



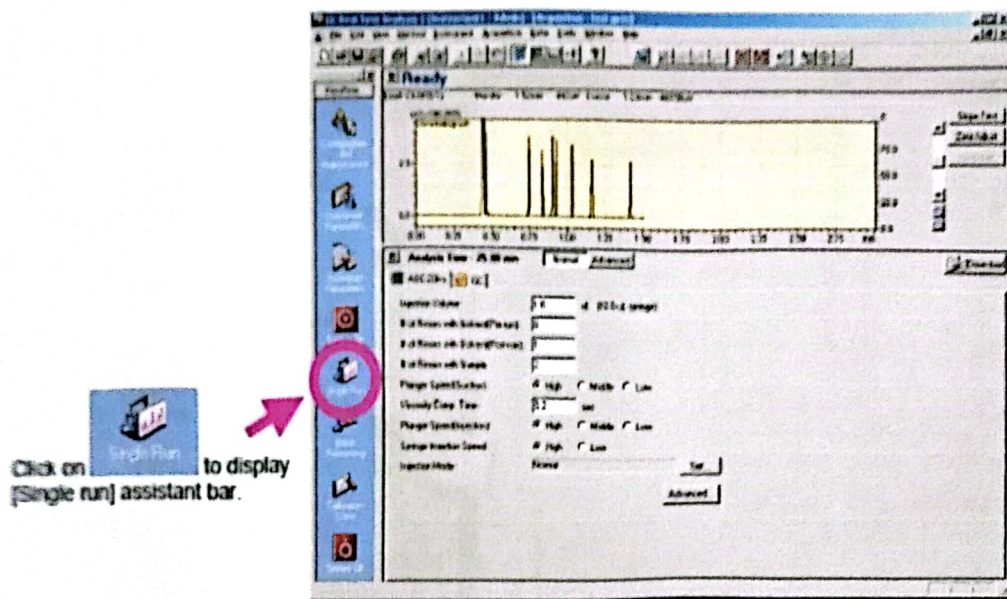
Gambar 2.35: Toolbar Setting Parameter



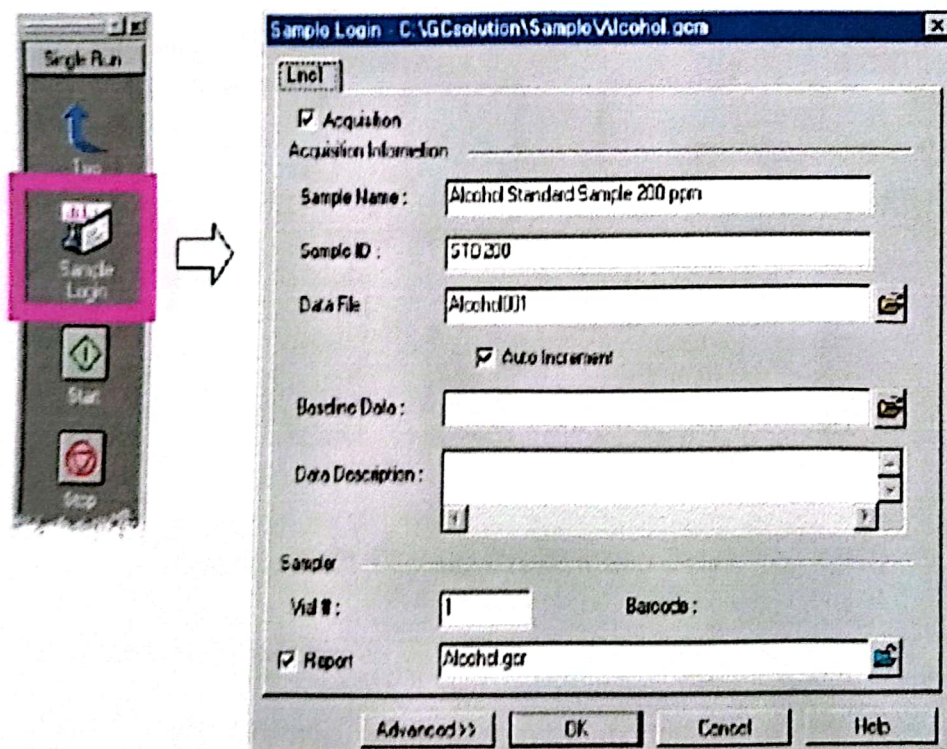
Gambar 2.36: Tampilan Kalibrasi

2.3.4 Run Analysis

Tampilan untuk memulai analisa.



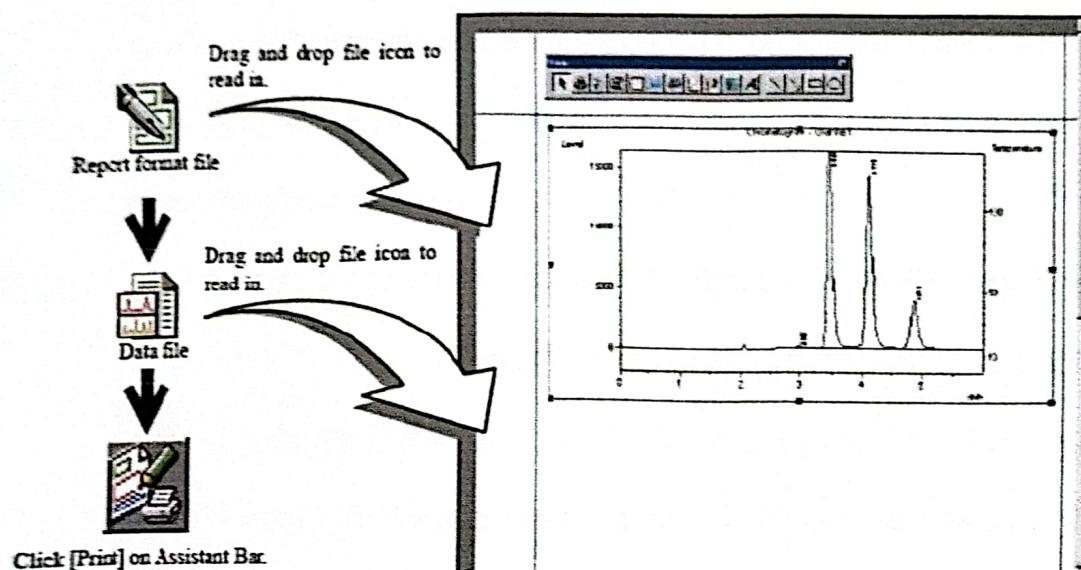
Gambar 2.37: Toolbar Setting Single Run



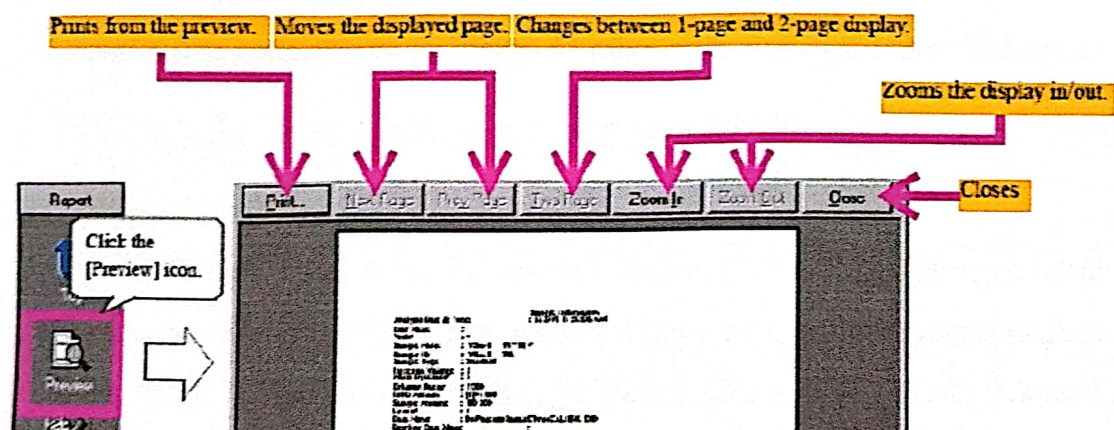
Gambar 2.38 Tampilan Setting Parameter Data Analysis

2.3.5 Printing Report

Masukan data file pada template report.



Gambar 2.39 Toolbar Format Report



Gambar 2.40: Toolbar Preview dan Print

2.4 Jaringan Wireless

Wireless atau wireless network merupakan sekumpulan komputer yang saling terhubung antara satu dengan lainnya sehingga terbentuk sebuah jaringan komputer dengan menggunakan media udara/gelombang sebagai jalur lintas datanya. Pada dasarnya wireless dengan LAN merupakan sama-sama jaringan

komputer yang saling terhubung antara satu dengan lainnya, yang membedakan antara keduanya adalah media jalur lintas data yang digunakan, jika LAN masih menggunakan kabel sebagai media lintas data, sedangkan wireless menggunakan media gelombang radio atau udara. Penerapan dari aplikasi wireless network ini antara lain adalah jaringan nirkabel diperusahaan, atau mobile communication seperti handphone, dan HT.

Adapun pengertian lainnya adalah sekumpulan standar yang digunakan untuk Jaringan Lokal Nirkabel (Wireless Local Area Networks – WLAN) yang didasari pada spesifikasi IEEE 802.11. Terdapat tiga varian terhadap standard tersebut yaitu 802.11b atau dikenal dengan WIFI (Wireless Fidelity), 802.11a (WIFI5), dan 802.11g. ketiga standard tersebut biasa di singkat 802.11a/b/g. Versi wireless LAN 802.11b memiliki kemampuan transfer data kecepatan tinggi hingga 11Mbps pada band frekuensi 2,4 Ghz. Versi berikutnya 802.11a, untuk transfer data kecepatan tinggi hingga 54 Mbps pada frekuensi 5 Ghz. Sedangkan 802.11g berkecepatan 54 Mbps dengan frekuensi 2,4 Ghz.

2.5 Wireless LAN

Wireless Local Area Network pada dasarnya sama dengan jaringan Local Area Network yang biasa kita jumpai. Hanya saja, untuk menghubungkan antara node device antar client menggunakan media wireless, chanel frekuensi serta SSID yang unik untuk menunjukkan identitas dari wireless device.

Untuk bisa mengembangkan sebuah mode WLAN, setidaknya diperlukan empat komponen utama yang harus disediakan, yaitu :

1. Access Point

Access Point akan menjadi sentral komunikasi antara PC ke ISP, atau dari kantor cabang ke kantor pusat jika jaringan yang dikembangkan milik sebuah korporasi pribadi. Access Point ini berfungsi sebagai konverter sinyal radio yang dikirimkan menjadi sinyal digital yang akan

disalurkan melalui perangkat WLAN lainnya untuk kemudian akan dikonversikan kembali menjadi sinyal radio oleh receiver.

2. **Wireless LAN Interface**

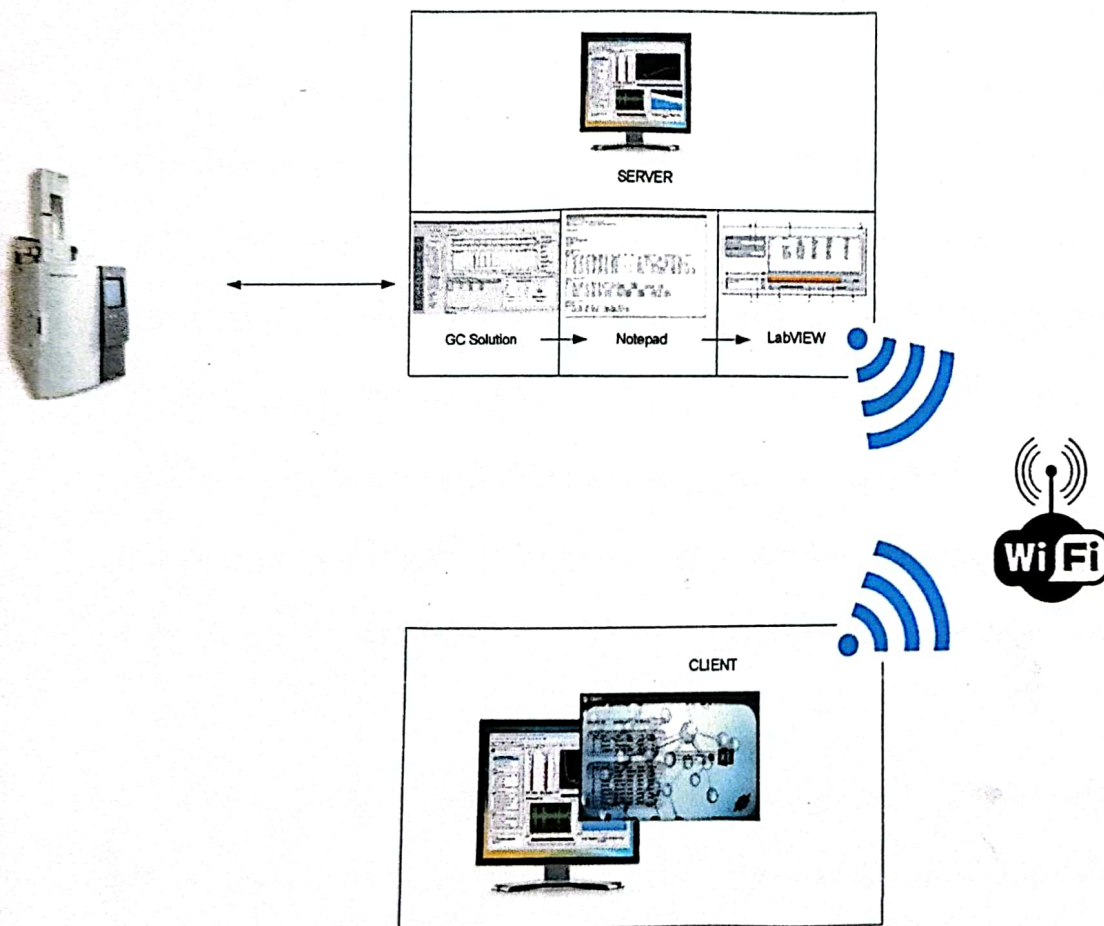
Alat ini biasanya merupakan alat tambahan yang dipasangkan pada PC atau Laptop. Namun pada beberapa produk laptop tertentu, interface ini biasanya sudah dipasangkan pada saat pembeliannya. Namun interface ini pula bisa diperjual belikan secara bebas dipasaran dengan harga yang beragam. Disebut juga sebagai Wireless LAN Adaptor USB.

3. **Mobile/Desktop PC.** Perangkat akses untuk pengguna (user) yang harus sudah terpasang media Wireless LAN interface baik dalam bentuk PCI maupun USB.
4. **Antena External,** digunakan untuk memperkuat daya pancar. Antena ini bisa dirakit sendiri oleh client (user), misal : antena kaleng.

PERANCANGAN PROGRAM

3.1 Prinsip Kerja Program

Pada bab ini membahas tahapan untuk merancang aplikasi program datalog konverter berbasis jaringan wireless untuk mensortir unsure atau senyawa serta mencetak dalam bentuk report dengan format excel, begitu pun dengan PC pada client yang bertugas menampilkan data yang telah tersortir pada server, juga dapat mencetak report, diagram perancangan sebagai berikut :



Gambar 3.1: Diagram Perancangan Program

File yang dihasilkan dari software GC solution dalam bentuk ASCII yang tersimpan pada file berekstensi “txt”. Program LabVIEW disini berperan sebagai

pelengkap yang dapat berintegrasi dengan software GC solution untuk dapat melakukan kerja yang bersifat selector, dan mencetak report. Data yang telah masuk ke dalam program LabVIEW selanjutnya ditampilkan dalam *interface* berbentuk table, setelah user telah melakukan tugas seleksi unsure maka program memverifikasi untuk mencetak template report berbentuk excel serta saat program running secara otomatis komunikasi wireless pun aktif dan siap mengirimkan data *server* ke *PC client*.

3.1.1 Alur Kerja Program

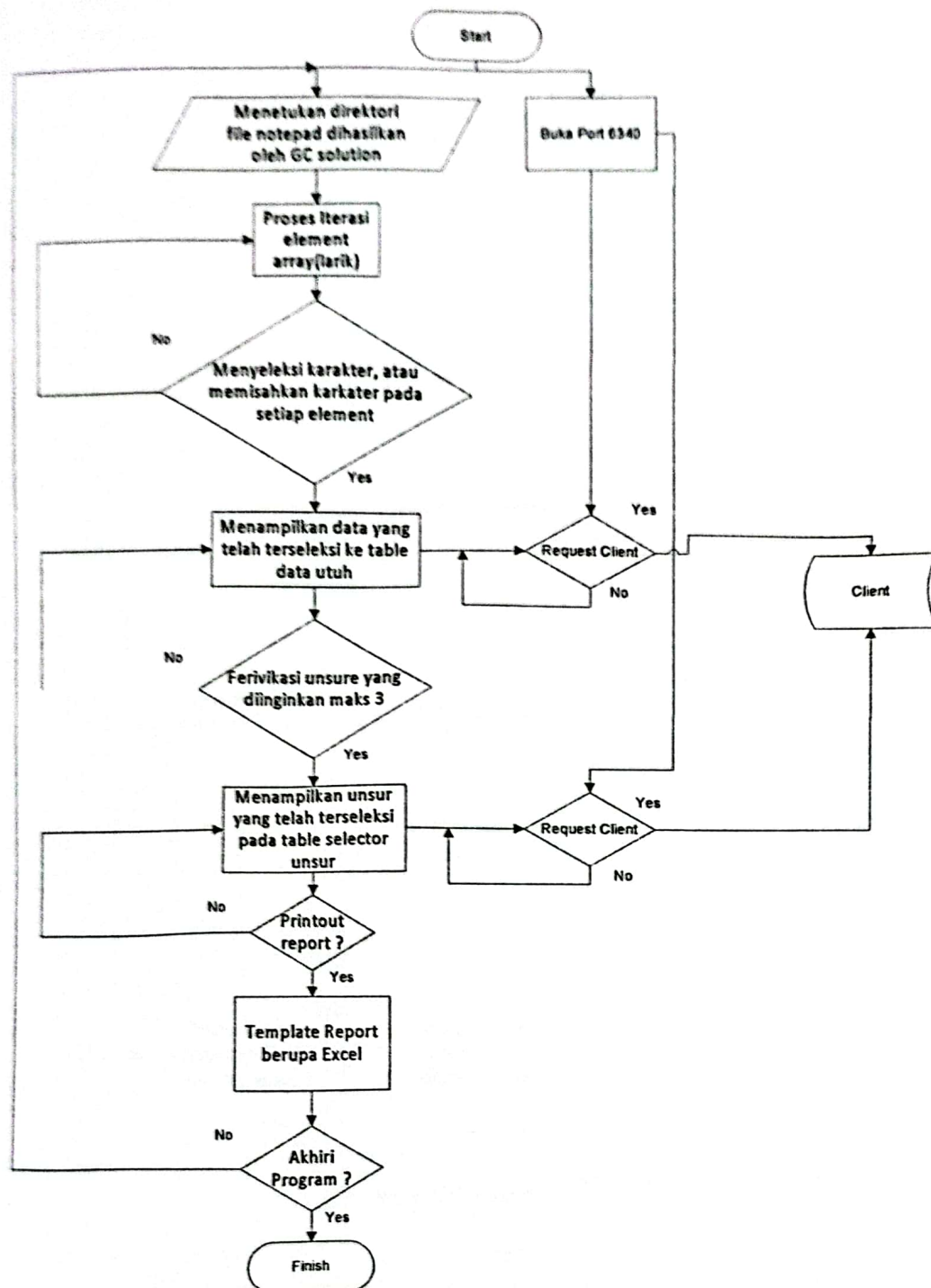
LabVIEW mengintegrasikan dirinya dengan memanfaatkan format file berbentuk ASCII, berikut dilakukan karena dianggap menangkap karakter lebih mudah pada data yang memiliki atau bersifat array. Array sendiri merupakan format menempatkan data dalam bentuk table, array mempunyai format dimensi dan elemen, dimensi merupakan penentu sebagai kolom dan baris, sebagai contoh table yang memiliki format baris dan kolom, ini disebut dengan array berbentuk dua dimensi, sedangkan element merupakan data-data yang terdapat pada sisi kolom dan baris, dalam kasus ini file notepad yang dihasilkan oleh GC solution memiliki format 2 dimensi dengan demikian berikutnya proses menentukan kolom dan baris seberapa data yang akan diambil dan diverifikasi ke template report.

Proses menyeleksi kolom dan baris untuk mendapatkan data dapat dengan memanfaatkan fungsi looping pada program, yaitu melakukan iterasi pada setiap element dan menangkap data dengan memanfaatkan algoritma fungsi "if" yaitu metode percabangan.

Proses berikutnya menkonversi tipe data yang telah terseleksi dalam bentuk string menjadi numeric, proses berikut dibutuhkan agar data karakter yang

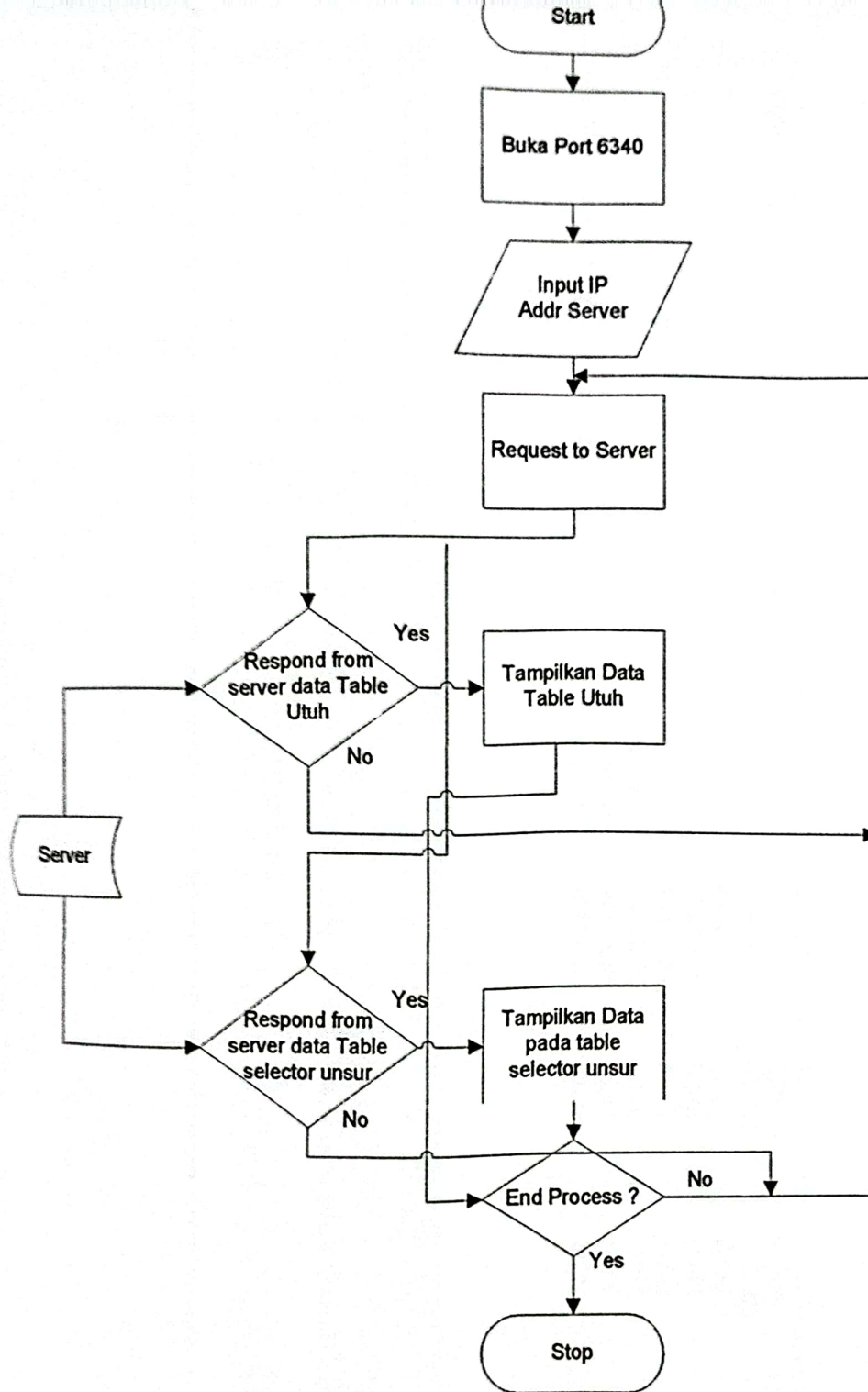
berupa angka dapat dilakukan proses matematis jika diperlukan formulasi tambahan untuk menentukan besaran lain.

Saat proses mengkonversi telah dilakukan maka data yang telah terseleksi ditampilkan pada interface berbentuk table, table disini terdapat dua bentuk, table data utuh untuk menampilkan data yang terseleksi dari file notepad dan table selector unsur yang bersumber dari table data utuh. Table selector unsur akan tampil saat user menuliskan unsure-unsur apa saja yang dipilih dengan format maksimum tiga unsur yang terpilih, selanjut masuk pada tahapan verifikasi yang dimana table selector unsure akan menampilkan tiga unsur yang terpilih berikut dengan beberapa kolom besaran yang terukur. Saat table selector unsur tampil maka tahapan berikutnya mencetak data dalam bentuk template report dalam bentuk excel. Bersamaan dari proses diatas program bertugas sebagai server, dengan membuka port pada 6340 dan menunggu *request* dari *client*, jika *request* dari *client* tiba maka server memberikan respon dengan mengirimkan data pada table utuh dan table selector menuju client. Alur proses kerja program lebih detil tergambar dalam bentuk flow chart sebagai berikut:



Gambar 3.2: Flowchart program pada server

Pada sisi client, alur proses program adalah menampilkan data yang dikirimkan oleh server dan selain daripada itu program juga dapat mencetak report dalam bentuk template excel.



Gambar 3.3: Flowchart program pada client

The interface consists of several components:

- Operator Section:**
 - Operator's name:
 - Name of Materials:
- Table:**

Peak	Name	Conc.	Area	Height	R.Time
1	None	0.00000	3050048	1083501	1.309
2	None	0.00000	102037	90193	1.392
3	None	500.20113	42354	38925	2.088
4	Decane	500.21069	43231	35504	2.752
5	Undecane	500.20234	43034	30837	3.684
6	Dodecane	500.18095	46066	28708	4.831
7	Tridecane	500.14696	43269	24279	6.095
- Bottom Section:**
 - Verification Data:
 - To Excel:
 - Read:

Numbered callouts point to the following elements:

- Operator's name input field
- Name of Materials input field
- Verification Data input field
- To Excel button
- Read button
- Table (Peak 1-7)
- Operator's name input field
- Name of Materials input field
- Table (Peak 1-7)
- Read button

Gambar 3.4: Form program server beserta fungsi

Perancangan interface sangat berpengaruh besar dalam kemudahan pengguna, pada penelitian ini interface untuk datalog converter dibuat semenarik mungkin dan mudah digunakan, dengan begitu program aplikasi ini kelak dapat menjadi program acuan yang familiar bagi para praktisi lab industry. Pada gambar interface memiliki fungsi yang telah ditandai angka-angka dan memiliki penjelasan sebagai berikut :

- Angka "1" pada gambar diatas berfungsi sebagai path file direktori untuk data notepad yang telah dihasilkan dari GC solution dan tersimpan pada suatu direktori.
- Angka "2" pada gambar diatas merupakan path file direktori untuk format template report yang telah didesain sebelumnya.
- Angka "3" pada gambar diatas sebagai indikator loading proses dari iterasi data yang terseleksi.
- Angka "4" pada gambar diatas berfungsi sebagai verifikasi 3 unsur yang terpilih, dan menampilkan table selector unsur.
- Angka "5" pada gambar diatas mencetak template report ke excel.
- Angka "6" pada gambar diatas proses memulai membaca serta menyeleksi data dari notepad.
- Angka "7" pada gambar diatas field nama operator untuk form report.
- Angka "8" pada gambar diatas field input unsur dengan maksimal tiga unsur.
- Angka "9" pada gambar diatas table data utuh.
- Angka "10" pada gambar diatas menutup program.

20/01/2016 5:24

Operator's name 192.168.192.112

Peak#	Name	Conc	Area	Height	R.Time
3	Nonane	500.20113	42364	38925	2.088
4	Decane	500.21069	43231	35504	2.752
7	Tridecane	500.14696	43269	24279	6.095

Peak#	Name	Conc	Area	Height	R.Time
1		0.00000	3050048	1083501	1.309
2		0.00000	102037	90193	1.392
3	Nonane	500.20113	42364	38925	2.088
4	Decane	500.21069	43231	35504	2.752
5	Undecane	500.20234	43034	30837	3.684
6	Dodecane	500.18095	46066	28708	4.831
7	Tridecane	500.14696	43269	24279	6.095
8	Decane	500.21069	43231	35504	2.752

D:\Presentasi Kerjaan\Shimadzu
GCLExcel Template1.xls



The server is online

Perancangan interface client tertampil pada gambar 2.26. Pada gambar interface memiliki fungsi yang telah ditandai angka-angka dan memiliki penjelasan sebagai berikut :

- Angka “1” pada gambar diatas berfungsi menunjukan waktu pada server saat mengeksekusi data.
- Angka “2” pada gambar diatas menampilkan nama operator yang melakukan eksekusi data pada server.
- Angka “3” pada gambar diatas merupakan kolom input Ip address server.
- Angka “4” pada gambar diatas merupakan table untuk menampilkan data dari table selector unsure pada server .
- Angka “5” pada gambar merupakan table untuk menampilkan data dari table utuh pada server.
- Angka “6” pada gambar diatas merupakan path untuk menentukan template report berupa excel.
- Angka “7” pada gambar diatas merupakan ikon untuk mencetak report “to excel”.
- Angka “8” pada gambar diatas merupakan indicator dapat atau tidak terkoneksi dengan server.

PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pengujian Software

Pengujian yang dilakukan menarik data sample berupa text yang dihasilkan oleh GC Solution, bentuk file notepad mempunyai format seperti pada gambar dibawah :

CALIB03.TXT - Notepad

File Edit Format View Help

Batch File C:\GCsolution\Sample\CALIB.gcb
Report Format File C:\GCsolution\Sample\ChromSimple1.gcr

[File Comment]

[Configuration]
Instrument Name Instrument1
Instrument # 0
Line # 1

[Peak Table (Ch1)]
of Peaks 7

Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Height	A/H	Conc.	Mark	ID#	Name	k'	Plate #	Plate Ht.	Tailing	Resolution	Sep.Factor
1	1.309	1.250	1.717	3050048	1083581	0.03	0.00000	SVE			0.000	7828.065	0.000	1.222	0.000	0.000
2	1.392	1.373	1.423	182037	98193	0.01	0.00000	T			0.063	26052.767	0.000	1.112	1.765	0.000
3	2.088	2.047	2.183	42364	38925	0.01	500.20113		1	Nonane	0.595	61239.751	0.000	1.054	20.391	9.414
4	2.752	2.680	2.830	43231	35504	0.01	500.21069		2	Decane	1.101	84496.664	0.000	0.974	18.538	1.853
5	3.684	3.637	3.843	43034	30837	0.01	500.20234		3	Undecane	1.813	122428.542	0.000	0.909	23.313	1.646
6	4.831	4.778	4.943	46066	28708	0.02	500.18095		4	Dodecane	2.689	155747.091	0.000	0.853	25.186	1.483
7	6.095	6.027	6.193	43269	24279	0.02	500.14696		5	Tridecane	3.655	219828.738	0.000	0.844	25.038	1.359

[Compound Results (Ch1)]
of IDs 5

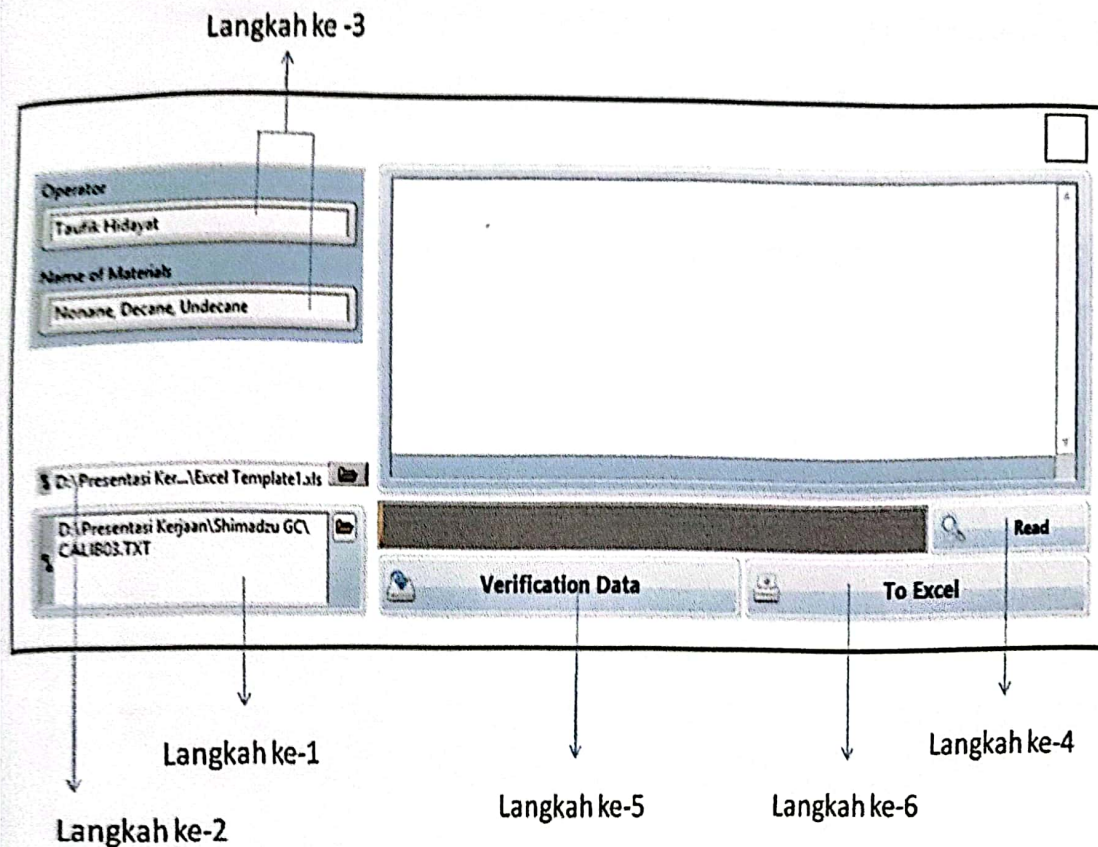
ID#	Name	R.Time	Area	Height	Conc.	Curve	3rd	2nd	1st	Constant
1	Nonane	2.088	42364	38925	500.20113	Default	0.000000	0.000000	0.000000	1.173345e-002 3.120955
2	Decane	2.752	43231	35504	500.21069	Default	0.000000	0.000000	0.000000	1.159186e-002 2.973045
3	Undecane	3.684	43034	30837	500.20234	Default	0.000000	0.000000	0.000000	1.155817e-002 2.812762
4	Dodecane	4.831	46066	28708	500.18095	Default	0.000000	0.000000	0.000000	1.080704e-002 2.346902
5	Tridecane	6.095	43269	24279	500.14696	Default	0.000000	0.000000	0.000000	1.151566e-002 1.878373

[Group Results (Ch1)]
of Groups 2

Group#	Name	Area	Height	Conc.	3rd	2nd	1st	Constant
1	Group A E5633	63205	1000.34770	0.00000	0.00000	0.01162	4.98757	
2	Group B E9297	64212	1000.39075	0.00000	0.00000	0.01114	5.30041	

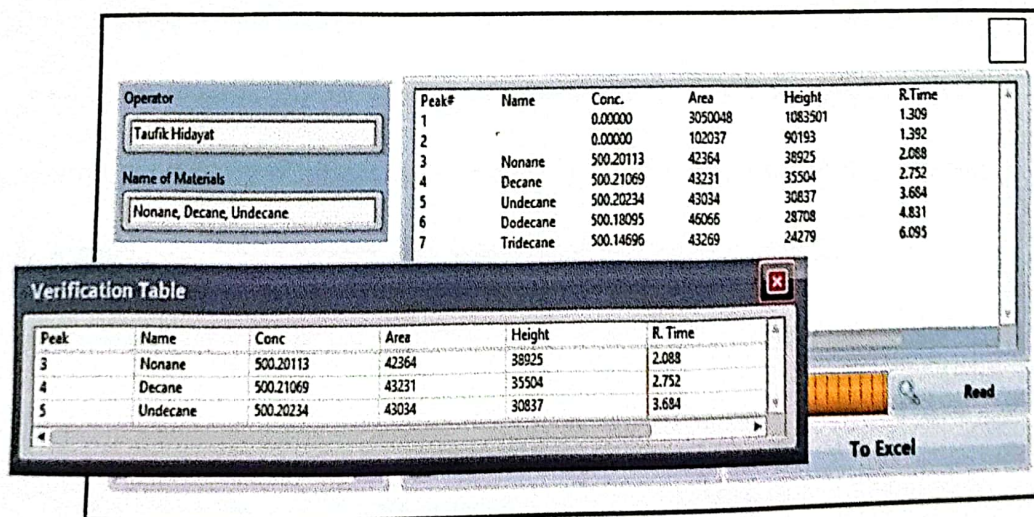
Gambar 4.1 Format data pada notepad dari GC Solution

Prosedur yang dilakukan terlebih dahulu menentukan direktori path sumber data yang akan diolah dalam bentuk file notepad pada gambar 2.28 (Langkah ke-1). Selanjutnya untuk menentukan direktori template report (gambar 2.28, Langkah ke-2) untuk mencetak report data dalam bentuk file excel, saat setelah menentukan file direktori, maka field operator name dan field unsur (gambar 2.28, Langkah ke-3) harus di isikan dengan jumlah maksimum tiga unsur, maka setelah itu proses eksekusi data dilakukan dengan menekan tombol "Read"(gambar 2.28, Langkah ke-4).



Gambar 4.2: Langkah-langkah pengoperasian program

Selanjutnya memverifikasi data (gambar 2.28, Langkah ke-5) dan seketika akan timbul form baru atau form yang telah terseleksi, terlihat pada gambar 2.29.



Gambar 4.3: Form verifikasi data terpilih

Setelah data terseleksi maka selanjutnya maka mencetak report dalam bentuk file excel dengan menekan tombol “To Excel”(gambar 2.28, Langkah ke-6), dan template report yang dihasilkan pada gambar 2.30.

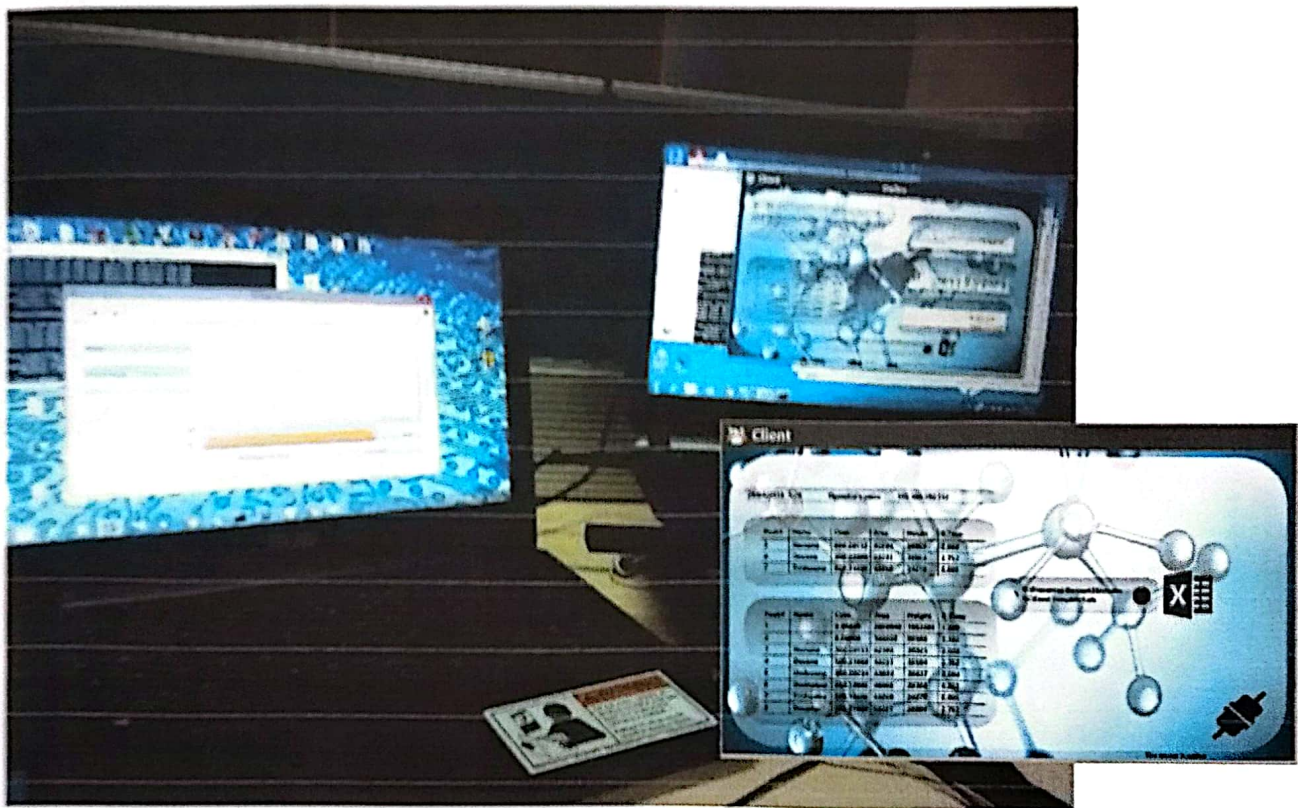
Peak	Name	Conc	Area	Height	R. Time	
3	Nonane	500.28113	42364	38925	2.088	
4	Decane	500.21069	43231	35504	2.752	
5	Undecane	500.28234	43034	30837	3.684	

Gambar 4.4: Format form template report.

4.2 Pengujian komunikasi wireless

Pada saat program server running dengan otomatis, server menunggu request dengan membuka port 6340, disaat server menerima request, server melakukan respond dengan mengirimkan 2 bundle data, data table utuh dan table selector unsur.

Pada sisi client saat me-running program pastikan bahwa field Ip server benar, dengan demikian client akan menerima data yang di respon oleh server. Indikator bahwa terdapat koneksi dan data sukses terikirim yaitu dengan ter-isinya dua buah table pada program di sisi client dan juga terdapat keterangan tertulis status “The Server is Online”.



Gambar 4.5: Pengujian komunikasi

4.3 Data Perbandingan Waktu Pengoperasian dan Efisiensi

Pada tabel dibawah menunjukan perbandingan waktu pengoperasian dari penarikan data hingga mencetak report dalam bentuk excel.

Tabel 4.1

Perbandingan Waktu Pengoperasian

Periode	Material Terpilih	LabVIEW	GC Solution
Percobaan ke-1	Nonane, Decane, Undecane	00:00:52.21	00:06:57.22
Percobaan ke-2	Undecane, Dodecane, Tridecane	00:00:42.06	00:07:39.02
Percobaan ke-3	Nonane, Decane, Tridecane	00:00:44.09	00:06:20.58
Percobaan ke-4	Dodecane, Tridecane, Undecane	00:00:46.12	00:05:30.34
Percobaan ke-5	Tridecane, Nonane, Dodecane	00:00:43.30	00:06:19.19
Percobaan ke-6	Nonane, Decane, Dodecane	00:00:49.50	00:07:45.18
Percobaan ke-7	Decane, Dodecane, Tridecane	00:00:50.27	00:07:22.22
Percobaan ke-8	Tridecane, Undecane, Dodecane	00:00:47.17	00:07:25.32
Percobaan ke-9	Nonane, Tridecane, Undecane	00:00:45.29	00:07:27.16
Percobaan ke-10	Undecane, Decane, Dodecane	00:00:54.30	00:07:24.19
Rata-rata		00:00:47.43	00:07:35.30

Dari data ini dapat dihitung efisiensi waktunya dengan persamaan rumus sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi waktu} = \frac{\text{Waktu kerja menggunakan GC solution} - \text{waktu kerja menggunakan labview}}{\text{Waktu kerja menggunakan GC solution}} \times 100\%$$

$$= \frac{455,3 - 17,43}{455,3} \times 100\%$$

$$= 89,58\%$$

4.4 Perbandingan waktu pengiriman secara wireless dan manual

Pada tabel dibawah menunjukan perbandingan waktu pengiriman secara wireless dan manual menggunakan USB.

Tabel 4.2

Perbandingan Waktu Pengiriman Wireless vs Manual

Periode	Material Terpilih	LabVIEW (Wireless)	GC Solution Tanpa Wireless (Manual)
Percobaan ke-1	Nonane, Decane, Undecane	00:00:01	00:05:00
Percobaan ke-2	Undecane, Dodecane, Tridecane	00:00:01	00:05:01
Percobaan ke-3	Nonane, Decane, Tridecane	00:00:01	00:05:12
Percobaan ke-4	Dodecane, Tridecane, Undecane	00:00:01	00:05:10
Percobaan ke-5	Tridecane, Nonane, Dodecane	00:00:01	00:05:08
Percobaan ke-6	Nonane, Decane, Dodecane	00:00:01	00:05:07

Percobaan ke-7	Decane, Dodecane, Tridecane	00:00:01	00:05:11
Percobaan ke-8	Tridecane, Undecane, Dodecane	00:00:01	00:05:13
Percobaan ke-9	Nonane, Tridecane, Undecane	00:00:01	00:05:05
Percobaan ke-10	Undecane, Decane, Dodecane	00:00:01	00:05:07
Rata-rata		00:00:01	00:05:07.4

Dari data ini dapat dihitung efisiensi waktunya dengan persamaan rumus sebagai berikut

$$\text{Efisiensi waktu} = \frac{\text{Waktu kerja tanpa wireless} - \text{waktu kerja menggunakan wireless}}{\text{Waktu kerja menggunakan GC solution}} \times 100\%$$

$$= \frac{307.4 - 1}{307.4} \times 100\%$$

$$= 100\%$$

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari seluruh pembahasan dalam tesis ini dapat disimpulkan beberapa point diantaranya:

1. Menggunakan program LabView dapat menghemat waktu operator analisa dalam pembuatan reporting data dari 455,3 detik (7 menit 35,30 detik) menjadi 47,43 detik dengan efisiensi 89,58%.
2. Menggunakan Wireless dapat menghemat waktu operator analisa dalam pengiriman reporting data dari 307,4 detik (5 menit 7,4 detik) menjadi 1 detik dengan efisiensi 100% .
3. Perancangan program LabView dapat menghemat waktu programmer dari 8 hari menjadi 4 hari dengan efisiensi 50%.
4. Menggunakan LabView dapat menghemat biaya customer untuk membeli software aplikasi ini dari Rp.20.000.000 menjadi Rp.10.000.000 dengan efisiensi 50%.

5.2 Saran

Untuk memperkecil biaya dalam pembuatan software ini maka diharapkan penulis dan programmer lainnya dapat menggunakan software engineering yang open source.

DAFTAR PUSTAKA

1. Journal: A gas chromatographic instrument for measurement of hydrogen cyanide in the lower atmosphere published in Atmospheric Measurement Techniques 27 January 2012.
2. Journal: Fast Gas chromatography with luminol chemiluminescence detection for the simultaneous determination of nitrogen dioxide and peroxyacetyl nitrate in the atmosphere published 29 october 2004.
3. Theory and Instrumentation of GC by CHROMacademy.
4. Chromatography Toolkit for Labview by Willstein software.
5. What is Chromatography By Shimadzu Corporation.
6. Modern Practice Of Gas Chromatography By Robert L. Grob, Ph.D.
7. <http://www.chromacademy.com>
8. <http://www.restek.com/Restek-Capillary-Column-Installation-Guide-Section-II-In-depth-Installation-Information>
9. <https://nl.wikipedia.org/wiki/Split/splitless-injector>
10. Instruction Manual GC Shimadzu.
11. <https://teaching.shu.ac.uk/hwb/chemistry/tutorials/chrom/gaschrom.htm>
12. <http://www.silicycle.com/faq/hplc/how-are-column-efficiency-peak-asymmetry-factor-tailing-factor-and-resolution-calculated>
13. <http://www.restek.com/catalog/view/7017>
14. <https://teaching.shu.ac.uk/hwb/chemistry/tutorials/chrom/gaschrom.htm>
15. https://en.wikipedia.org/wiki/Thermal_conductivity_detector