

# DT-51

## DT-51 *Application Note*

### AN119 – Timbangan Digital Berbasis Sensor Flexiforce®

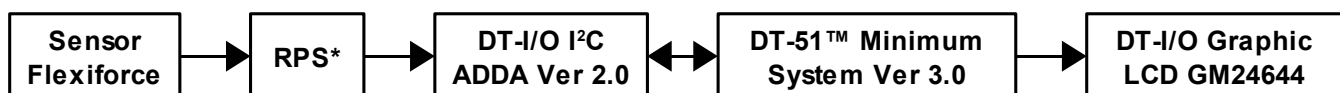
Oleh: Tim IE & Ricky Suprayudi  
(Universitas Kristen Petra)

**S**ensor flexiforce® merupakan sebuah sensor gaya (*force*) atau beban (*load*), sensor ini berbentuk *printed circuit* yang sangat tipis dan fleksibel. Sensor flexiforce® sangat mudah diimplementasikan untuk mengukur gaya tekan antara 2 permukaan dalam berbagai aplikasi. Sensor flexiforce® bersifat resistif dan nilai konduktansinya berbanding lurus dengan gaya/beban yang diterimanya. Semakin besar beban yang diterima sensor flexiforce® maka nilai hambatan *output*-nya akan semakin menurun. Pada keadaan tanpa beban, resistansi sensor ini sebesar kurang lebih 20M ohm. Ketika diberi beban maksimum, resistansi sensor akan turun hingga kurang lebih 20K ohm. Rating beban maksimum sensor flexiforce® bermacam-macam, yaitu 1 lb. (4,4 N), 25 lb. (110 N) dan 100 lb. (440 N).

Aplikasi ini membutuhkan modul dan komponen berikut:

- 1 DT-51™ Minimum System Ver 3.0 (atau versi yang lebih tinggi),
- 1 DT-I/O Graphic LCD GM24644,
- 1 DT-I/O I<sup>2</sup>C ADDA Ver 2.0 (atau versi yang lebih tinggi),
- 1 Sensor Flexiforce® A201-25 (0-25 lb.),
- 1 LM324,
- 2 Resistor variabel 10K,
- 1 Resistor variabel 100K,
- 2 Resistor 200K 0,25W 5%,
- 2 Resistor 100K 0,25W 5%,
- 1 Resistor 20K 0,25W 5%,
- 1 Kapasitor 1µF/16V.

**A**dapun blok diagram sistem secara keseluruhan adalah sebagai berikut:

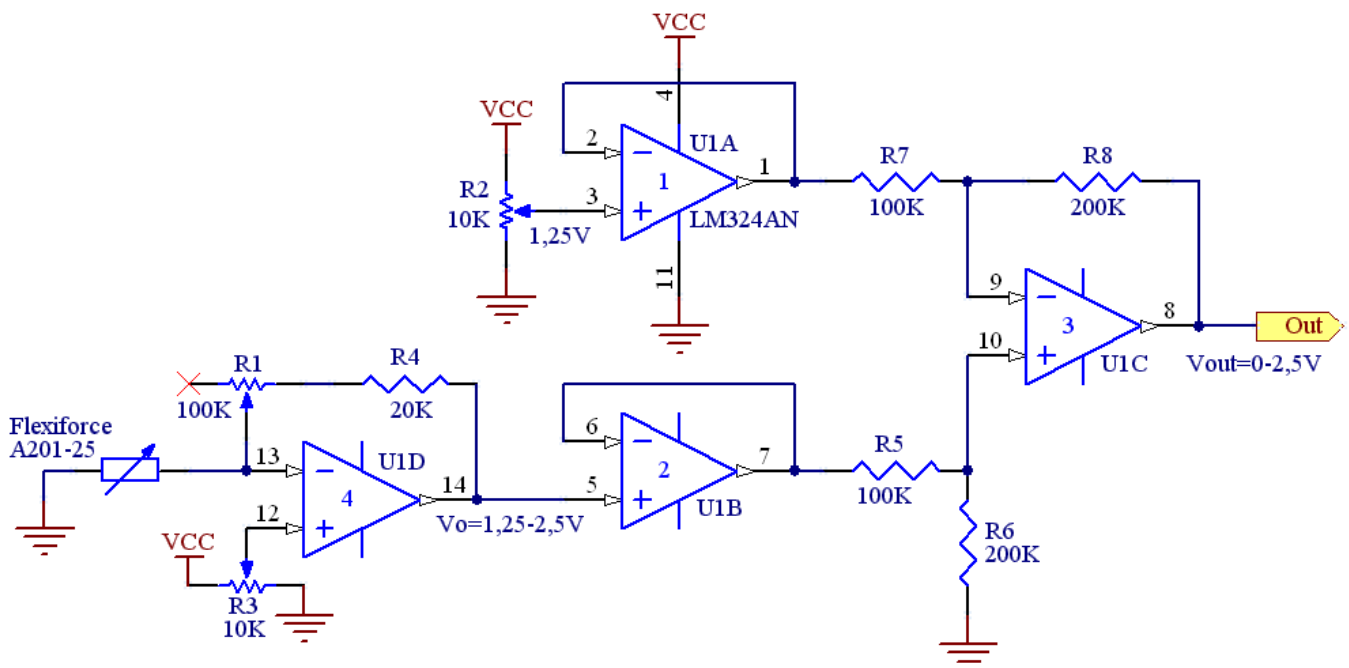


\* RPS = Rangkaian Pengkondisi Sinyal

**Gambar 1**  
**Blok Diagram Sistem**

Seperti yang disebut di atas, nilai konduktansi ( $1/R$ ) dari sensor flexiforce® linier terhadap gaya tekan atau beban yang diberikan. Oleh karena itu, dalam aplikasi ini akan dibaca nilai konduktansi tersebut dengan menggunakan rangkaian *non inverting amplifier* sehingga didapatkan hasil pembacaan nilai beban yang linier. Rangkaian *non inverting amplifier* tersebut terdapat dalam blok RPS. Keluaran dari RPS sudah berupa tegangan DC 0 – 2,5V dan diumpankan ke masukan ADC dari DT-I/O I<sup>2</sup>C ADDA Ver 2.0. Kemudian data digital dari keluaran ADC ini dibaca oleh mikrokontroler untuk ditampilkan ke LCD (DT-I/O Graphic LCD GM224644).

**S**kema rangkaian pengkondisi sinyal (RPS) untuk sensor flexiforce® adalah sebagai berikut:



**Gambar 2**  
**Rangkaian Pengkondisi Sinyal**

Opamp U1D dikonfigurasi sebagai *non inverting amplifier* yang akan mengubah nilai konduktansi sensor flexiforce® menjadi tegangan. R3 diatur agar *input* positif U1D bernilai 1,25 Volt sehingga *output* U1D akan berkisar antara 1,25 hingga 2,5 Volt sesuai dengan rumus berikut ini:

$$V_O = \left(1 + \frac{R1 + R4}{R_{flexiforce}}\right) \times 1,25V$$

Nilai R1 dapat diatur agar *output* U1D bernilai tepat 2,5 Volt saat sensor flexiforce® A201-25 menerima beban maksimum (yaitu 110 Newton atau 11 kilogram pada tingkat gravitasi 10 m/s<sup>2</sup>). *Output* dari U1D akan dilewatkan pada *buffer* atau *unity gain non inverting amplifier* U1B. R2 digunakan untuk mengeliminasi nilai *offset* (1,25 Volt) yang muncul pada *output* U1D, oleh karena itu R2 diatur sedemikian agar *output* dari *buffer* U1A adalah 1,25 Volt. Op amp U1C dikonfigurasi sebagai *differential amplifier* dengan nilai penguatan (*gain*) 2, nilai *output* U1C dapat ditentukan dengan rumus:

$$V_{OUT} = (V_O - 1,25V) \times 2$$

Nilai *output* U1C ini akan berkisar antara 0 hingga 2,5 Volt yang sesuai dengan *input range* dari ADC DT-I/O I2C ADDA Ver 2.0. Tegangan keluaran dari U1C ini akan linier terhadap nilai konduktansi sensor flexiforce®. Berdasarkan percobaan, tegangan keluaran dari U1C tidaklah stabil karena adanya *noise* yang muncul akibat faktor induktansi pada flexiforce® dan resistor-resistor yang digunakan. Tegangan keluaran dari U1C akan lebih stabil jika dipasang kapasitor 1µF/16V antara keluaran U1C dan GND. Kapasitor ini ditujukan untuk membuang *noise* ke GND (bekerja sebagai tapis frekuensi tinggi).

**H**ubungan detail antar modul dalam blok diagram sistem Gambar 1 adalah sebagai berikut:

DT-I/O I <sup>2</sup> C ADDA Ver 2.0	Rangkaian Pengkondisi Sinyal
AIO (JP1)*	Out
AGND (JP1)	GND
+5VDC (JP2)	VCC

**Tabel 1**  
Hubungan DT-I/O I<sup>2</sup>C ADDA Ver 2.0 dengan Rangkaian Pengkondisi Sinyal

DT-51™ Minimum System Ver 3.0	DT-I/O I <sup>2</sup> C ADDA Ver 2.0
VCC (Control - pin 1)	+5VDC (JP1)
GND (Control - pin 2)	GND (JP1)
P1.6 (Port C & Port 1 - pin 15)*	SCL (JP3)
P1.7 (Port C & Port 1 - pin 16)*	SDA (JP3)

**Tabel 2**  
Hubungan DT-51™ Minimum System Ver 3.0 dengan DT-I/O I<sup>2</sup>C ADDA Ver 2.0

DT-51™ Minimum System Ver 3.0	DT-I/O Graphic LCD GM24644
AD0 (Data & CS - pin 1)	DB0 (Data & CS - pin 1)
AD1 (Data & CS - pin 2)	DB1 (Data & CS - pin 2)
AD2 (Data & CS - pin 3)	DB2 (Data & CS - pin 3)
AD3 (Data & CS - pin 4)	DB3 (Data & CS - pin 4)
AD4 (Data & CS - pin 5)	DB4 (Data & CS - pin 5)
AD5 (Data & CS - pin 6)	DB5 (Data & CS - pin 6)
AD6 (Data & CS - pin 7)	DB6 (Data & CS - pin 7)
AD7 (Data & CS - pin 8)	DB7 (Data & CS - pin 8)
CS0 (Data & CS - pin 9)	CE (Data & CS - pin 9)
VCC (Control - pin 1)	VCC (Control - pin 1)
GND (Control - pin 2)	GND (Control - pin 2)
T0 (Control - pin 5)	T0 (Control - pin 5)
WR (Control - pin 7)	WR (Control - pin 7)
RD (Control - pin 8)	RD (Control - pin 8)
RST (Control - pin 9)	RST (Control - pin 9)

**Tabel 3**  
Hubungan DT-51™ Minimum System Ver 3.0 dengan DT-I/O Graphic LCD GM24644

Pin dengan tanda \* dalam Tabel 1 dan Tabel 2 di atas adalah tidak mutlak dan dapat diganti dengan pin lain tetapi program juga harus disesuaikan. DT-I/O I<sup>2</sup>C ADDA Ver 2.0 berkomunikasi dengan DT-51™ Minimum System menggunakan protokol I<sup>2</sup>C. Pada DT-I/O I<sup>2</sup>C ADDA Ver 2.0 aturlah jumper J1(A0), J2(A1), J3(A2) untuk alamat I<sup>2</sup>C 0 (default) yaitu atur jumper pada posisi 2-3. Pasanglah jumper J5 untuk memberi *pull up* pada jalur SDA dan SCL. DT-I/O Graphic LCD GM24644 dapat dihubungkan dengan DT-51 Minimum System Ver 3.0 dengan menggunakan kabel pita (*flat ribbon*) 16 pin. DT-I/O Graphic LCD GM24644 digunakan untuk menampilkan nilai beban yang diterima oleh sensor flexiforce®.

Program mikrokontroler dalam aplikasi ini ditulis dalam bahasa BASIC dengan bantuan *cross-compiler* BASCOM-8051® versi 2.0.12.0 DEMO. Pada BASCOM-8051 telah terdapat rutin siap pakai untuk antarmuka dengan LCD grafik GM24644, tetapi rutin ini hanya berlaku untuk konfigurasi hubungan LCD grafik GM24644 dengan mikrokontroler secara *direct I/O* sedangkan dalam aplikasi ini digunakan konfigurasi bus (*minimum system*). Oleh karena itu, dalam aplikasi ini dilakukan modifikasi *library* BASCOM-8051 (*mcs.lib*) agar rutin antarmuka LCD grafik GM24644 berlaku untuk konfigurasi bus. *File* «*mcs.lib*» ini terletak pada direktori instalasi program BASCOM-8051 (*default*-nya di C:\Program Files\MCS Electronics\BASCOM8051\LIB). **PERHATIAN!** *Library file* yang asli perlu disimpan (*backup*) terlebih dahulu, kemudian *file* «*modified\_mcs.lib*» yang disertakan dalam AN119.ZIP dapat disalin ke direktori LIB dan diubah namanya menjadi «*mcs.lib*» sebagaimana *file* aslinya. Jika di kemudian hari ingin membuat program aplikasi LCD grafik GM24644 yang dihubungkan ke mikrokontroler secara *direct I/O* maka *file* «*mcs.lib*» yang asli harus dikembalikan.

*File* «*mcs.lib*» dapat dibuka menggunakan *text editor* apapun, misalnya Microsoft® Notepad®. Dalam *file* ini terdapat sekumpulan rutin dalam bahasa *assembler* MCS-51®. Rutin-rutin yang diubah adalah «*\_GStatus\_Check*», «*\_Gwrite\_Data*», dan «*\_Gwrite\_Cmd*». Teknis perubahan rutin-rutin ini dapat dilihat dan dibandingkan pada *file* «*modified\_mcs.lib*» (termodifikasi) dan «*original\_mcs.lib*» (asli) yang terdapat dalam AN119.ZIP. Inti perubahan ini terletak pada metode penulisan data, yaitu penulisan ke suatu port I/O diubah menjadi penulisan ke suatu alamat tertentu.

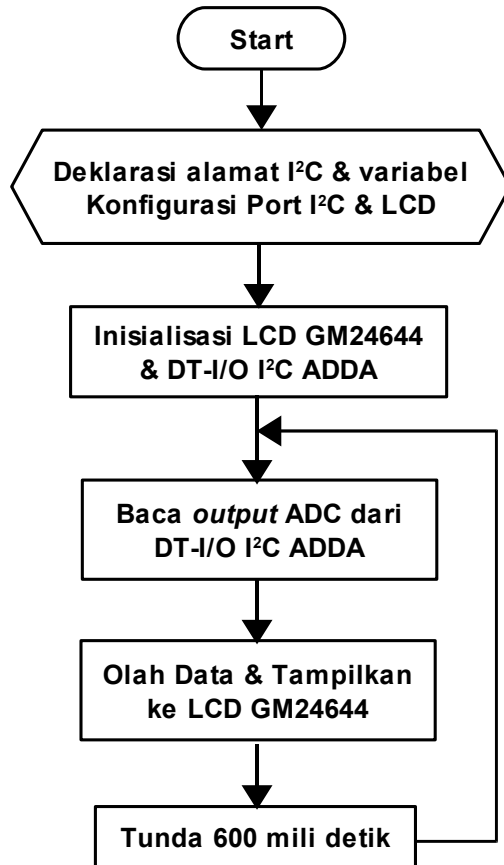
Rutin dalam File «original_mcs.lib»	Rutin dalam File «modified_mcs.lib»
<pre> _GStatus_Check: Push acc                ;save ACC _GStatus_Check1: Setb {_GLCD_CD}        ;command Mov {_GLCD_PORT},#255 Clr P3.7                ;RD low Clr {_GLCD_CE}         ;enable chip Mov a, {_GLCD_PORT}    ;get status Setb P3.7              ;end RD Setb {_GLCD_CE}        ;disable chip Anl a,#3               ;mask bits Cjne a,#3,_Gstatus_check1 ;not ready Pop Acc                ;restore data register Ret </pre>	<pre> _GStatus_Check: Push dpl                ;save DPL Push dph                ;save DPH Push acc                ;save ACC _GStatus_Check1: Setb {_GLCD_CD}        ;command mov dptr,#{_GLCD_PORT} ;setup address Movx a,@dptr           ;read data Anl a,#3               ;mask bits Cjne a,#3,_Gstatus_check1 ;not ready Pop Acc                ;restore data register Pop dph                ;restore DPH Pop dpl                ;restore DPL Ret </pre>
<pre> _Gwrite_Data: Lcall _GStatus_check   ;check status Clr {_GLCD_CD}         ;data Mov {_GLCD_PORT},a    ;write Clr P3.6               ;write low Clr {_GLCD_CE}         ;enable chip Setb P3.6              ;write high Setb {_GLCD_CE}        ;disable chip Ret </pre>	<pre> _Gwrite_Data: Lcall _GStatus_check   ;check status Clr {_GLCD_CD}         ;data Push dpl                ;save DPL Push dph                ;save DPH mov dptr,#{_GLCD_PORT} ;setup address Movx @dptr,a           ;write data Pop dph                ;restore DPH Pop dpl                ;restore DPL Ret </pre>
<pre> _Gwrite_Cmd: Lcall _GStatus_check   ;check status Setb {_GLCD_CD}        ;command Mov {_GLCD_PORT},a    ;write Clr P3.6               ;write low Clr {_GLCD_CE}         ;enable chip Setb P3.6              ;write high Setb {_GLCD_CE}        ;disable chip Ret </pre>	<pre> _Gwrite_Cmd: Lcall _GStatus_check   ;check status Setb {_GLCD_CD}        ;command Push dpl                ;save DPL Push dph                ;save DPH mov dptr,#{_GLCD_PORT} ;setup address Movx @dptr,a           ;write data Pop dph                ;restore DPH Pop dpl                ;restore DPH Ret </pre>

Tabel 4

Perbandingan 3 buah Rutin dalam *File* «*original\_mcs.lib*» yang Diubah dalam *File* «*modified\_mcs.lib*»

Setelah rangkaian siap, hubungkan DT-51™ Minimum System Ver 3.0 ke komputer dengan kabel serial dan atur dalam mode *download*. Lalu MAPPED\_GM24644.HEX (hasil kompilasi *listing* program MAPPED\_GM24644.BAS dengan *library file* termodifikasi) dapat di-*download* ke DT-51™ Minimum System Ver 3.0 dengan menggunakan *software* DT51L.exe (MS-DOS®) atau DT51Lwin.exe (Windows®).

**F**lowchart program MAPPED\_GM24644.BAS secara sederhana dapat digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 3**  
**Flowchart Program**

Program pembacaan sensor dan penampilan di LCD grafik akan diproses sebagai berikut:

1. Program melakukan deklarasi alamat DT-I/O I²C ADDA Ver 2.0 dan variabel-variabel yang akan digunakan, serta melakukan konfigurasi pin port untuk komunikasi I²C dengan ADDA maupun komunikasi paralel dengan LCD grafik.
2. Lalu program menginisialisasi LCD grafik GM24644 dan DT-I/O I²C ADDA Ver 2.0.
3. Program membaca data hasil konversi ADC dari DT-I/O I²C ADDA Ver 2.0.
4. Data dari DT-I/O I²C ADDA Ver 2.0 ini masih mentah dan berupa bilangan desimal dari 0 hingga 255. Bilangan ini mempresentasikan nilai beban saat itu. Jika nilai bilangan ini berkisar di daerah nol maka dapat dianggap tidak ada beban, sedangkan jika nilai bilangan saat itu adalah 255 maka dapat dianggap sensor terbebani maksimum (25 lb. atau lebih). Nilai bilangan desimal ini kemudian diubah ke berbagai satuan, yaitu volt, lb. dan gram.
5. Setelah dikonversi ke berbagai satuan, data-data itu akhirnya ditampilkan ke LCD grafik.
6. Program ditunda kurang lebih 600 milidetik agar tampilan data mudah dibaca. Kemudian program kembali ke langkah 3.

**CATATAN:** Program MAPPED\_GM24644.BAS dikembangkan dan dikompilasi menggunakan BASCOM-8051 versi 2.0.12.0 DEMO dengan *library file* yang dimodifikasi. Ada kemungkinan *library file* yang dimodifikasi beserta program MAPPED\_GM24644.BAS tidak sepenuhnya kompatibel dengan versi BASCOM-8051 lainnya.

**L**isting program terdapat pada **AN119.ZIP**.

**S**elamat berinovasi!

All trademarks, trade names, company names, and product names are the property of their respective owners.  
All softwares are copyright by their respective software publishers and/or creators.