

Bekerja dengan LPC1xxx (ARM Cortex-M)

Bagian I

Oleh: Daniel Widyanto (daniel.widyanto@nxp.com)

Klasifikasi Mikrokontroler LPC1xxx

Mikrokontroler LPC1xxx adalah mikrokontroler buatan *NXP Semiconductor N. V.* (Nasdaq: NXPI, dulunya merupakan *Royal Philips Semiconductor*) yang menggunakan prosesor seri ARM Cortex-M (ARM Cortex-M0 dan ARM Cortex-M3) sebagai prosesor intinya.

Berikut adalah tabel portofolio mikrokontroler ARM Cortex-M NXP (per September 2010)

ARM Cortex-M0	ARM Cortex-M3 v2		
<ul style="list-style-type: none">• <i>Low Power</i>• <i>40 – 50 Mhz</i>• <i>8-/16-bits Microcontroller Replacement</i>• <i>Battery operated devices / smart sensors</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Mixed Signal</i>• <i>60-70 Mhz</i>• <i>16-/32-bits Application</i>• <i>Power management / human interface</i>• <i>Plug and play with USB on ROM</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>High Performance</i>• <i>Up to 150Mhz</i>• <i>16-/32-bits Application</i>• <i>fast communication / motor control / industrial control</i>	
LPC11xx	LPC13xx	LPC17xx	LPC18xx
LPC1114 LPC1113 LPC1112 LPC1111 LPC11C14 LPC11C12 LPC11C22 LPC11C24 LPC1102	LPC1343 LPC1342 LPC1313 LPC1311	LPC1769 LPC1768 LPC1767 LPC1766 LPC1765 LPC1764 LPC1763 LPC1759 LPC1758 LPC1756 LPC1754 LPC1752 LPC1751	LPC1857 LPC1853 LPC1850 LPC1837 LPC1833 LPC1830 LPC1827 LPC1825 LPC1823 LPC1822 LPC1820 LPC1817 LPC1815 LPC1813 LPC1812 LPC1810

Tiap mikrokontroler yang berada di keluarga yang sama dibedakan berdasarkan fitur yang terpasang. Contohnya: LPC1114 dan LPC1102 berbeda dari jumlah memori *Flash* dan *packaging* (LPC1102 merupakan mikrokontroler 32-bit terkecil sampai saat ini, dengan ukuran 2mm x 2mm. LPC1114 mempunyai *packaging* LQFP48 ataupun HQFN33). Dengan demikian, pengembang aplikasi dapat mengembangkan aplikasi dengan mikrokontroler yang mempunyai fitur terlengkap, kemudian mengoptimasi harga dengan memilih mikrokontroler yang hanya mempunyai fitur yang digunakan.

Dokumen Teknis Mikrokontroler LPC1xxx

Dokumen teknis LPC1xxx terdiri atas:

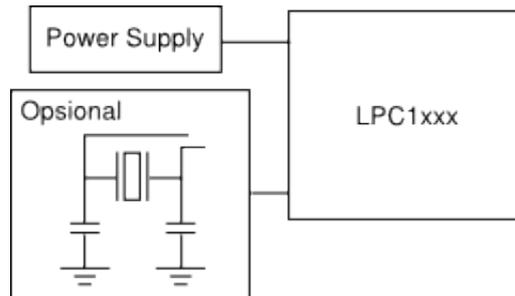
- **Datasheet:** Berisi spesifikasi elektronik mikrokontroler (Contoh: tegangan input maksimum untuk pin input). Dokumen ini sangat dianjurkan untuk desainer perangkat keras yang menggunakan LPC1xxx
- **User Manual:** Berisi daftar *peripheral*, register *peripheral*, dan cara kerja *peripheral* (termasuk contoh untuk menginisialisasi *peripheral*). Dokumen ini sangat dianjurkan untuk desainer perangkat lunak yang menggunakan LPC1xxx.

- **Erratasheet:** Berisi daftar cacat (*bug*) silikon LPC1xxx. Beberapa desain cacat yang ada di LPC1xxx telah ditemukan, dan telah diperbaiki dengan hadirnya revisi silikon baru. Untuk pengguna yang menggunakan revisi silikon lama, *erratasheet* juga berisi daftar jalan keluar (*work around*) yang bisa digunakan untuk mengatasi cacat silikon.
- **Application Notes:** Berisi petunjuk praktis implementasi penggunaan *peripheral* tertentu (Contoh: SDRAM, Timer, UART, I2C, dan sebagainya).

Perangkat Keras Minimum untuk Mikrokontroler LPC1xxx

Kebutuhan Catu Daya

Perangkat keras minimum yang dibutuhkan mikrokontroler LPC1xxx adalah catu daya.



Kebutuhan catu daya untuk tiap prosesor LPC1xxx dapat dilihat di *datasheet* masing-masing prosesor. Sebagai garis besar, tabel berikut memuat tegangan dan arus catu daya yang dibutuhkan prosesor LPC1xxx.

	Frekuensi Kerja Maksimum (MHz)	Tegangan Catu Daya (Volt)	Arus Maksimum yang Dibutuhkan (mA)
LPC11xxL	50	3.3	7
LPC13xxL	72	3.3	13
LPC17xx	100	3.3	42 – 50
	120	3.3	67

Catatan:

- Silahkan melihat ke *datasheet* masing-masing mikrokontroler untuk keterangan lebih lengkap
- Kebutuhan arus bergantung pada frekuensi yang digunakan. Semakin rendah frekuensi kerja mikrokontroler, semakin kecil arus yang dibutuhkan
- Tabel di atas merupakan garis besar kebutuhan tegangan dan arus catu daya untuk prosesor saja (kebutuhan arus untuk *peripheral* belum termasuk). Kebutuhan arus untuk tiap *peripheral* dapat dilihat di *datasheet* masing-masing mikrokontroler.
- Tegangan catu daya LPC1xxx mempunyai toleransi yang cukup besar. Beberapa keluarga LPC11xx dapat menggunakan catu daya 1.8V – 3.6V, sedangkan LPC17xx dapat menggunakan 2.4V – 3.6V.

Kebutuhan Frekuensi Rujukan (*Clock Source*)

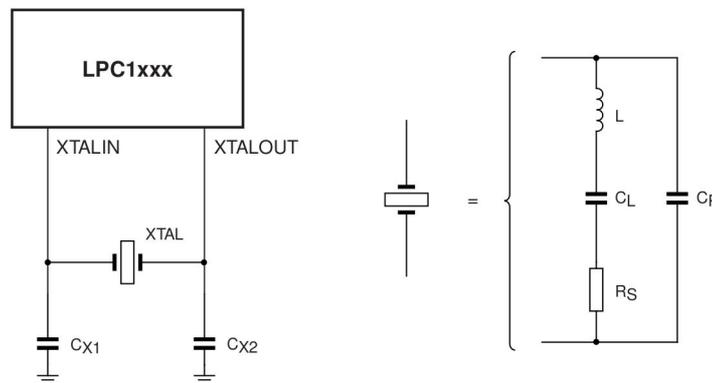
Tiap mikrokontroler LPC1xxx dilengkapi dengan *internal RC oscillator* (sekaligus merupakan osilator yang digunakan untuk *boot-up*), sehingga tidak membutuhkan kristal eksternal untuk pengoperasiannya.

	Frekuensi Kerja <i>Internal RC Oscillator</i>
LPC11xx	12Mhz±1%
LPC13xx	12Mhz±1%
LPC17xx	4Mhz ±1%

Internal RC oscillator mempunyai toleransi frekuensi 1%. Hal ini umumnya cukup memadai untuk

berbagai aplikasi dan *peripheral*. Bila aplikasi ataupun *peripheral* (contoh: USB, kontroler SDRAM) membutuhkan toleransi frekuensi yang lebih sempit, kristal eksternal ataupun osilator eksternal bisa digunakan.

Frekuensi kristal eksternal harus berkisar antara 1Mhz – 25Mhz. Parameter internal kristal dan kapasitor eksternal (CX1 dan CX2) dapat dilihat dari tabel berikut:



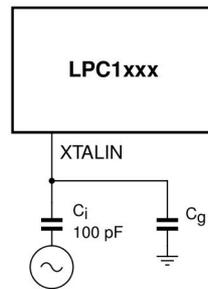
Frekuensi Osilasi	Kapasitansi Beban Kristal (<i>Crystal Load Capacitance, CL</i>)	Resistansi Seri Maksimum Kristal (<i>Crystal Maximum Series Resistance, Rs</i>)	Kapasitor Eksternal (CX1 dan CX2)
1 Mhz – 5 Mhz	10 pF	<300 ohm	18 pF, 18 pF
	20 pF	<300 ohm	39 pF, 39 pF
	30 pF	<300 ohm	57 pF, 57 pF
5 Mhz – 10 Mhz	10 pF	<300 ohm	18 pF, 18 pF
	20 pF	<200 ohm	39 pF, 39 pF
	30 pF	<100 ohm	57 pF, 57 pF
10 Mhz – 15 Mhz	10 pF	<160 ohm	18 pF, 18 pF
	20 pF	<60 ohm	39 pF, 39 pF
15 Mhz – 20 Mhz	10 pF	<80 ohm	18 pF, 18 pF
	10 pF	<180 ohm	18 pF, 18 pF
	20 pF	<100 ohm	39 pF, 39 pF
20 Mhz – 25 Mhz	10 pF	<160 ohm	18 pF, 18 pF
	20 pF	<80 ohm	39 pF, 39 pF

Parameter internal kristal (CL dan Rs) dapat dilihat dari *datasheet* kristal. Umumnya, osilator LPC1xxx cukup handal untuk menangani berbagai jenis kristal (asal frekuensinya masih dalam jangkauan 1Mhz - 25Mhz), tetapi untuk aplikasi yang membutuhkan reliabilitas yang tinggi, parameter kristal sangat menentukan stabilitas mikrokontroler.

Untuk menggunakan kristal eksternal, rutin pengaktifan osilator utama (*main oscillator*, yang mengontrol fungsi kristal eksternal) harus dijalankan terlebih dahulu. Setelah frekuensi eksternal kristal stabil, frekuensi input mikrokontroler dapat dipindahkan dari *internal RC oscillator* ke eksternal kristal.

Untuk penggunaan eksternal osilator (contohnya, penggunaan osilator *ethernet phy* sekaligus sebagai osilator mikrokontroler untuk menghemat ruang PCB dan komponen), persyaratan yang harus dipenuhi oleh eksternal osilator adalah:

- Frekuensi kerja: 1Mhz – 25Mhz
- Amplitudo osilasi: 200mV_{RMS} – 1000mV_{RMS}
- Kapasitor 100pF dibutuhkan untuk menghubungkan osilator eksternal dengan LPC1xxx



Untuk menggunakan osilator eksternal, osilator utama (*main oscillator*) harus diprogram untuk mem-*bypass* fungsi osilasi. Kemudian, setelah frekuensi eksternal osilator stabil, frekuensi input mikrokontroler dapat dipindahkan dari *internal RC oscillator* ke osilator eksternal.

Untuk keterangan lebih lanjut mengenai register-register yang digunakan untuk mengaktifkan kristal ataupun osilator eksternal, memindahkan frekuensi input mikrokontroler, maupun kristal eksternal dan kapasitor yang dapat digunakan untuk LPC1xxx, silahkan lihat ke *User Manual* dan *Datasheet* mikrokontroler terkait.

Untuk mencapai frekuensi maksimum prosesor, peripheral PLL (*Phase Locked Loop*) yang terdapat dalam mikrokontroler LPC1xxx dapat digunakan untuk melipatgandakan frekuensi input. Sangat disarankan agar Anda menggunakan frekuensi kerja yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi Anda untuk menghindari pemborosan energi dan kesulitan ketika me-*layout* PCB (semakin tinggi frekuensi kerja aplikasi, desain PCB sangat menentukan tingkat reliabilitas sistem).

Untuk keterangan lebih lanjut mengenai register-register yang digunakan untuk mengatur peripheral PLL, silahkan lihat ke *User Manual* dan *Datasheet* mikrokontroler terkait.

Perangkat Keras Minimum untuk Pemrograman Mikrokontroler LPC1xxx

Untuk memprogram memori Flash di LPC1xxx, terdapat tiga cara:

- Melalui LPC1xxx In-System Memory
- Melalui JTAG
- Melalui *Secondary Boot Loader*

(Bersambung..)

Hak Cipta dan Lisensi

Hak cipta dan lisensi atas karya tulisan ini diatur berdasarkan perjanjian '*Creative Common Attribution 3.0 Unported (CC BY 3.0)*' dan UU no 19/2002 tentang Hak Cipta.

Penulis karya tulis ini, **Daniel Widyanto** (daniel.widyanto@nxp.com), berhak atas nama penulis yang harus dicantumkan untuk tiap kopi karya tulis (cetak maupun elektronik) dan hasil adaptasi karya tulis (termasuk, tetapi tidak terbatas pada: presentasi power point, bahan kuliah, materi praktikum laboratorium, buku, artikel dan sebagainya).

Anda berhak untuk:



Berbagi — mengcopy, mendistribusikan, dan meneruskan karya tulis ini.



Mengubah — mengadaptasi karya tulis ini



dengan syarat:



Pengakuan atas karya tulis – Anda harus menghormati karya tulis ini dengan cara yang ditetapkan oleh penulis atau pemegang hak cipta (tetapi tidak dengan cara yang menganjurkan bahwa penulis atau pemegang hak cipta mendukung Anda atau hasil kerja Anda)

dengan pengertian bahwa:

- Pembatalan Persyaratan di atas dapat dibatalkan jika Anda mendapatkan persetujuan dari pemegang hak cipta
- Domain umum Bilamana karya tulis atau bagian dari karya tulis merupakan domain umum dalam status hukum yang berlaku, status tersebut tidak terpengaruhi oleh lisensi ini
- Hak Lainnya Dalam segala cara, lisensi ini tidak mempengaruhi hak-hak berikut ini:
 - Hak untuk menggunakan karya tulis ini sesuai pasal 15 UU no 19/2002 tentang Hak Cipta
 - Hak moral penulis, sesuai pasal 24, 25, 26 UU no 19/2002 tentang Hak Cipta
 - Hak penulis lain yang terdapat dalam karya tulis ini maupun yang menggunakan karya tulis ini, seperti publisitas ataupun hak privasi

Catatan: Untuk pengadaptasian ataupun pendistribusian karya tulis ini, Anda harus menjelaskan lisensi ini kepada pengguna hasil modifikasi atau distribusi karya ini.

Untuk informasi yang lebih jelas, silahkan merfer ke:

- <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/legalcode> untuk perjanjian hukum '*Creative Common Attribution 3.0 Unported (CC BY 3.0)*' dan
- <http://www.dgip.go.id/ebhtml/hki/filecontent.php?fid=5011> untuk UU no 19/2002 tentang Hak Cipta