

BUKU AJAR

TELEMETRI



WIDYA CAHYADI, S.T., M.T
FAKULTAS TEKNIK - ELEKTRO

UPT PERCETAKAN & PENERBITAN

UNIVERSITAS JEMBER

2018

TELEMETRI

Penulis:

Widya Cahyadi, S.T., M.T

Desain Sampul dan Tata Letak:

Noerkoentjoro W.D.

Happy Febrianti

Fatkhur Rokhim

ISBN: 978-602-5617-36-2

Copyright © 2018

Penerbit:

UPT Percetakan & Penerbitan Universitas Jember

Redaksi:

Jl. Kalimantan 37

Jember 68121

Telp. 0331-330224, Voip. 00319

e-mail: upt-penerbitan@unej.ac.id

Distributor Tunggal:

UNEJ Press

Jl. Kalimantan 37

Jember 68121

Telp. 0331-330224, Voip. 0319

e-mail: upt-penerbitan@unej.ac.id

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang. Dilarang memperbanyak tanpa ijin tertulis dari penerbit, sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun, baik cetak, *photoprint*, maupun *microfim*.

HALAMAN KATALOG

1 Identitas

- a Nama Mata Kuliah : TELEMETRI
- b Kode Mata Kuliah : TKE0442
- c Bidang Ilmu : Teknik elektronika (D3)
- d Status Mata Kuliah : Dasar (WAJIB)

2 Koordinator/Pembina Mata Kuliah

- a Nama : Widya Cahyadi, S.T., M.T.
- b NIP : 198511102014041001
- c Pangkat/Golongan : III/b
- d Jabatan : Asisten Ahli
- e Fakultas/Program : Teknik/D3 teknik elektronika
- f Universitas : Universitas Jember

-
- 3 Jumlah Tim Pengajar : 1 Orang
-

PRAKATA

Alhamdulillahirobbil'aalamin, puji syukur kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayahnya. Berkat karunianya buku ini dapat disusun dalam rangka membantu mempermudah mahasiswa dalam memahami konsep telemetri bagi kalangan teknik elektro khususnya D3 teknik elektronika, yang saat ini terus berkembang serta digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Penulis mengucapkan terimakasih kepada beberapa pihak yang telah membantu sampai selesainya penyusunan buku ini:

1. Mahasiswa D3 Elektronika (M. Alif Naufal Y, Firia Renanda N., Bagas Maulana H., Elen Ulbha R., Ricky Arie S., Yusuf Edison K.H., Enggar Aminudin, Nabila Al Alifah P.A., Oktafiatma Sanjaya., yang telah memberikan masukan demi kesempurnaan penyusunan buku ajar ini;
2. Istri dan Putri tercinta yang selalu mendukung terselesainya buku ini;
3. Rekan dan sahabat yang telah memberikan semangat dan dorongan kepada penulis.

Buku ini disajikan secara praktis, mudah, dan lengkap yang membahas mulai sejarah, serta standar regulasi sistem telemetri, Input/output sensor-aktuator, pengolahan, dan pemrosesan data berbasis mikrokontrol, arduino, mini PC, piranti transmiter-receiver komunikasi data telemetri, *user interface*, implementasi telemetri pada bidang *electromedic*, dan pertanian. Meskipun penulis telah berusaha untuk menghindarkan dari kesalahan, penulis menyadari bahwa buku ini masih mempunyai kelemahan sebagai kekurangannya. Oleh karena itu, penulis mengharap kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca guna kesempurnaan. Akhir kata, penulis berharap agar buku ini dapat membawa manfaat kepada pembaca.

Jember, Agustus 2018

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN KATALOG | ii |
| PRAKATA | iv |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xv |
| Tinjauan Matakuliah | xvi |
| Bab I Sistem Telemetry | 1 |
| Kemampuan Akhir yang diharapkan | 1 |
| Indikator Kemampuan Akhir | 1 |
| 1.1 Pengertian Sistem Telemetry | 1 |
| 1.2 Sejarah Singkat bidang Telemetry | 2 |
| 1.3 Konsep kerja Sistem Telemetry | 3 |
| 1.4 Standar regulasi bidang Telemetry | 10 |
| 1.5 Rangkuman | 20 |
| 1.6 Bahan Diskusi forum | 21 |
| 1.7 Soal latihan | 21 |
| Bab II Konsep Input pada Telemetry (input berupa sensor analog dan digital) | 23 |
| Kemampuan Akhir yang diharapkan | 23 |
| Indikator Kemampuan Akhir | 23 |
| 2.1 Sensor Suhu | 23 |
| 2.1.1 Sensor Suhu LM35 | 23 |
| 2.1.2 Sensor Suhu DS18B20 | 24 |
| 2.1.3 Sensor Suhu Thermocouple | 25 |
| 2.2 LDR | 26 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.3 | Ultrasonic | 28 |
| 2.4 | Sensor Kelembaban | 29 |
| 2.4.1 | Sensor YL 69 | 29 |
| 2.4.2 | Sensor DHT11 | 30 |
| 2.5 | Sensor Getaran | 31 |
| 2.6 | PIR (Passive Infrared Sensor) | 34 |
| 2.6.1 | Bagian-bagian Sensor PIR | 35 |
| 2.6.2 | Cara Kerja | 37 |
| 2.6.3 | Pengaplikasian | 39 |
| 2.7 | Sensor Load Cell | 40 |
| 2.8 | Sensor Gas | 41 |
| 2.9 | Rangkuman | 45 |
| 2.10 | Bahan Diskusi forum | 45 |
| 2.11 | Contoh aplikasi sensor Gas MQ-135 | 45 |
| Bab III | Konsep Input pada Telemetry (input berupa sensor analog dan digital) | 47 |
| | Kemampuan Akhir yang diharapkan | 47 |
| | Indikator Kemampuan Akhir | 47 |
| 3.1 | Konsep aktuator kendali relay | 47 |
| 3.2 | Transistor | 48 |
| 3.3 | Opto-isolator | 50 |
| 3.4 | Pengendalian motor (DC, Servo, stepper) | 51 |
| 3.4.1 | Motor DC | 51 |
| 3.4.2 | Motor Servo | 52 |
| 3.4.3 | Motor Stepper | 53 |
| 3.5 | Data logger | 54 |
| 3.6 | Rangkuman | 54 |
| 3.7 | Soal latihan | 55 |
| | Further reading | 55 |

| | |
|--|----|
| Bab IV Program Pengolahan Data | 57 |
| Kemampuan Akhir yang diharapkan | 57 |
| Indikator Kemampuan Akhir | 57 |
| 4.1 Pemrograman data sensor | 57 |
| 4.2 Pemrograman LCD | 58 |
| 4.3 Penampil 7 segmen | 65 |
| 4.4 Rangkuman | 72 |
| 4.5 Bahan Diskusi forum | 73 |
| 4.6 Soal latihan | 73 |
| Bab V Proses Pengiriman dan Penerimaan data oleh (Tx/Rx) | 75 |
| Kemampuan Akhir yang diharapkan | 75 |
| Indikator Kemampuan Akhir | 75 |
| 5.1 Program Komunikasi serial | 75 |
| 5.2 Komunikasi gelombang radio (Tx/Rx) | 75 |
| 5.3 Rangkuman | 77 |
| 5.4 Bahan Diskusi forum | 77 |
| 5.5 Contoh proyek | 77 |
| Bab VI Piranti Komunikasi Nirkabel (Gelombang Radio) | 85 |
| Kemampuan Akhir yang diharapkan | 85 |
| Indikator Kemampuan Akhir | 85 |
| 6.1 Piranti komunikasi gelombang Radio | 85 |
| 6.2 Bluetooth | 86 |
| 6.3 Wifi | 87 |
| 6.4 Perintah SMS Gateway | 89 |
| 6.4.1 Cara kerja modul GSM | 93 |
| 6.5 Rangkuman | 96 |
| 6.6 Contoh program | 96 |
| 6.7 Soal latihan | 97 |

| | |
|---|-----|
| Bab VII Internet of thing (Iot) | 99 |
| Kemampuan Akhir yang diharapkan | 99 |
| Indikator Kemampuan Akhir | 99 |
| 7.1 Definisi IoT | 99 |
| 7.1.1 Pengertian Internet of Thing (IoT) | 99 |
| 7.1.2 Sejarah Internet of Thing (IoT) | 100 |
| 7.1.3 Sistem pada Internet of Thing (IoT) | 101 |
| 7.2 Manajemen sumber daya IoT | 102 |
| 7.3 Analisa dan Manajemen data IoT | 102 |
| 7.4 Protokol komunikasi | 103 |
| 7.4.1 Network Layer | 104 |
| 7.4.2 Transport and Application layer | 105 |
| 7.5 Aplikasi Internet of Thing (IoT) | 108 |
| 7.5.1 Monitoring & actuating | 108 |
| 7.5.2 Business Process & Data Analysis | 109 |
| 7.6 Keamanan dan privasi Iot | 109 |
| 7.7 Autentikasi, standar, dan regulasi IoT | 111 |
| 7.8 Rangkuman | 112 |
| 7.9 Bahan Diskusi forum | 112 |
| 7.10 Contoh proyek | 112 |
| Bab VIII TAMPILAN ANTARMUKA BERBASIS DESKTOP | 115 |
| Kemampuan Akhir yang diharapkan | 115 |
| Indikator Kemampuan Akhir | 115 |
| 8.1 Visual Basic | 115 |
| 8.1.1 Control Menu | 116 |
| 8.1.2 Menu | 116 |
| 8.1.3 Toolbar | 117 |
| 8.1.4 Form Window | 118 |

| | | |
|---|--|-----|
| 8.1.5 | Toolbox | 119 |
| 8.1.6 | Project Explorer | 119 |
| 8.1.7 | Properties Window | 120 |
| 8.1.8 | Form Layout Window | 121 |
| 8.1.9 | Code Window | 121 |
| 8.2 | Contoh Program dan Tampilan | 122 |
| Bab IX Tampilan Antarmuka berbasis web | | 133 |
| Kemampuan Akhir yang diharapkan | | 133 |
| Indikator Kemampuan Akhir | | 133 |
| 9.1 | Perkembangan aplikasi berbasis WEB | 133 |
| 9.1.1 | Antarmuka | 134 |
| 9.1.2 | Struktur | 135 |
| 9.1.3 | Pengembangan aplikasi Web | 135 |
| 9.1.4 | Aplikasi | 136 |
| 9.2 | Bahasa pemrograman HTML/PHP/SQL | 136 |
| 9.2.1 | HTML (Hypertext Markup Language) | 136 |
| 9.2.2 | PHP | 138 |
| 9.2.3 | Basis data SQL (Structured Query Language), google firebase. | 138 |
| 9.3 | Jenis Project berbasis aplikasi WEB | 140 |
| 9.4 | Rangkuman | 140 |
| 9.5 | Bahan Diskusi forum | 140 |
| 9.6 | Contoh proyek | 141 |
| Further reading | | 144 |
| Bab X Tampilan antar muka berbasis aplikasi <i>mobile (Android)</i> | | 145 |
| Kemampuan Akhir yang diharapkan | | 145 |
| Indikator Kemampuan Akhir | | 145 |
| 10.1 | Membuat aplikasi menggunakan APP Inventor | 145 |
| 10.2 | Penggunaan aplikasi pada playstore | 152 |

Digital Repository Universitas Jember

| | | |
|----------------|--|-----|
| 10.3 | Pemanfaatan telegram bot | 163 |
| 10.4 | Rangkuman | 165 |
| 10.5 | Soal Latihan, Pembahasan/Contoh Proyek | 166 |
| 10.6 | Tugas Besar/Proyek : | 182 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 183 |
| INDEKS | | 185 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. Blok diagram telemetri | 4 |
| Gambar 2. Sistem telemetri amplitudo pulsa (PAM) | 8 |
| Gambar 3. Pulse Code Modulation (PCM) | 9 |
| Gambar 4. Sensor LM35 | 24 |
| Gambar 5. Sensor DS18B20..... | 25 |
| Gambar 6. Sensor Thermocouple Tipe K..... | 26 |
| Gambar 7. Simbol LDR..... | 27 |
| Gambar 8. Sensor LDR (Light Dependent Resistor)..... | 27 |
| Gambar 9. Sensor Ultrasonik | 28 |
| Gambar 10. Sensor YL 69 | 30 |
| Gambar 11. Sensor DHT11 | 30 |
| Gambar 12. Sensor getar | 32 |
| Gambar 13. Sensor PIR | 34 |
| Gambar 14. Blok diagram PIR | 35 |
| Gambar 15. Lensa fresnel..... | 35 |
| Gambar 16. IR Filter..... | 36 |
| Gambar 17. Pyroelectric Sensor | 37 |
| Gambar 18. Ilustrasi jangkauan kerja | 38 |
| Gambar 19. Aplikasi PIR pada pintu otomatis. | 39 |
| Gambar 20. Load Cell | 41 |
| Gambar 21. Bentuk Fisik Sensor Gas MQ-135..... | 41 |
| Gambar 22. Sensor Gas MQ-135 a) Tampak samping b) Tampak depan c) Tampak belakang | 42 |
| Gambar 23. Ukuran dan Bagian – Bagian Sensor Gas MQ-135 | 43 |
| Gambar 24. Rangkaian Sensor Gas MQ-135 | 43 |
| Gambar 25. Struktur Sensor MQ-135a) Bagian dalam b) Bagian luar..... | 44 |
| Gambar 26. Rangkaian MQ-135 dan Arduino UNO | 46 |
| Gambar 27 Simbol Relay | 47 |
| Gambar 28. Bagian Bagian Relay | 48 |
| Gambar 29. Transistor Bipolar NPN dan PNP | 49 |
| Gambar 30. FET (Field Effect Transistor) | 49 |
| Gambar 31. Opto-isolator 4N35 | 50 |
| Gambar 32. Simbol dan Bentuk Motor DC | 51 |
| Gambar 33. Sinyal PWM | 51 |
| Gambar 34. Motor Servo..... | 52 |
| Gambar 35. Pulsa Kendali Motor Servo..... | 53 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 36. Motor Stepper | 54 |
| Gambar 37. Tampilan Loading Arduino IDE..... | 58 |
| Gambar 38. Tampilan Arduino IDE | 59 |
| Gambar 39. Examples Library OneWire | 60 |
| Gambar 40. Manage Libraries | 61 |
| Gambar 41. Install Library | 62 |
| Gambar 42. Program pemrosesan data sensor | 63 |
| Gambar 43. Program mengaktifkan LCD..... | 64 |
| Gambar 44. Proses memilih board Arduino untuk di-upload..... | 65 |
| Gambar 45. Tampilan Arduino IDE | 66 |
| Gambar 46. Library pada Examples | 67 |
| Gambar 47. Proses meng-Include Library..... | 68 |
| Gambar 48. Proses cari dan Install library..... | 69 |
| Gambar 49. Pemrosesan data sensor dengan memasukkan library LedControl..... | 70 |
| Gambar 50. Piranti Telekomunikasi dan Spektrum Elektromagnet | 86 |
| Gambar 51. Bentuk Fisik NodeMCU v3 | 87 |
| Gambar 52. Bentuk Fisik ESP8266-01..... | 88 |
| Gambar 53. Modul GSM/GPRS SIM800L | 90 |
| Gambar 54. Modul GSM/GPRS SIM900 | 92 |
| Gambar 55 Modul FPV Radio Telemetry Kit 915MHz | 93 |
| Gambar 56. Modul FPV Radio Telemetry Kit 433 MHz | 95 |
| Gambar 57. Sistem dasar IoT | 101 |
| Gambar 58. Penggunaan Berbagai Protokol dalam Lapisan Komunikasi IoT | 104 |
| Gambar 59. Control Menu..... | 116 |
| Gambar 60. Menu Bar | 117 |
| Gambar 61. Toolbar..... | 118 |
| Gambar 62. Form window | 118 |
| Gambar 63. Toolbox..... | 119 |
| Gambar 64. Explorer Window..... | 120 |
| Gambar 65. Properties Window | 120 |
| Gambar 66. Form Layot Window..... | 121 |
| Gambar 67. Code Window | 122 |
| Gambar 68. Tampilan contoh program berbasis desktop VB..... | 122 |
| Gambar 69. Port setting | 123 |
| Gambar 70. hasil form design..... | 124 |
| Gambar 71. Hasil form design..... | 125 |
| Gambar 81. Hasil form design..... | 125 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 82. Control scope pada form design | 126 |
| Gambar 83. Hasil tampilan antarmuka berbasis desktop..... | 132 |
| Gambar 75. Logo Firebase | 139 |
| Gambar 76. Rangkaian nodeMCU terhubung LED | 141 |
| Gambar 77. Tampilan aplikasi MIT app inventor | 146 |
| Gambar 78. Tampilan sign in google | 147 |
| Gambar 79. Tampilan membuat aplikasi baru..... | 147 |
| Gambar 80. Tampilan penambahan komponen..... | 148 |
| Gambar 81. Proses edit layar utama | 149 |
| Gambar 82. Blok program..... | 150 |
| Gambar 83. Koneksi pada aplikasi MIT..... | 151 |
| Gambar 84. Contoh hasil pada layar 1 | 151 |
| Gambar 85. Tampilan aplikasi blynk | 152 |
| Gambar 86. Tampilan log in page blynk | 154 |
| Gambar 87. Tampilan create new project..... | 155 |
| Gambar 88. Auth token | 156 |
| Gambar 89. Tampilan lembar kerja baru..... | 157 |
| Gambar 90. Tampilan widget box | 157 |
| Gambar 91. Tampilan dengan button | 158 |
| Gambar 92. Tampilan button settings..... | 159 |
| Gambar 93. Tampilan button settings..... | 159 |
| Gambar 94. Tampilan cara install library ESP8266 | 160 |
| Gambar 95. Tampilan instalasi board esp | 161 |
| Gambar 96. Opsi pemilihan jenis board ESP | 161 |
| Gambar 97. Tampilan pemilihan port pada device manager | 162 |
| Gambar 98. Tampilan awal pembuatan program | 162 |
| Gambar 99. Ilustrasi rangkaian program menyalakan LED | 163 |
| Gambar 100. Arsitektur Telegram Bot..... | 164 |
| Gambar 101. Flowchart Proses pada Bot Server..... | 164 |
| Gambar 102. Ilustrasi komunikasi menggunakan telegram dengan nodeMCU..... | 165 |
| Gambar 103. Contoh pembuatan aplikasi..... | 167 |
| Gambar 104. Alur program pada kendali lampu dengan telegra..... | 169 |
| Gambar 105. Tampilan pendaftaran bot father telegram..... | 170 |
| Gambar 106. Skema proyek | 171 |
| Gambar 107. Unduhan pada github..... | 172 |
| Gambar 108. Ilustrasi memasukkan library pada Arduino IDE | 172 |
| Gambar 109. Tampilan program pada Arduino IDE | 173 |
| Gambar 110. Tampilan menambahkan kode API..... | 173 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 111. Pemilihan board manager | 174 |
| Gambar 112. Tampilan library manager..... | 175 |
| Gambar 113. Pemilihan port com pada device manager | 175 |
| Gambar 114. Skema arsitektur project | 176 |
| Gambar 115. Flowchart program kendali lampu | 177 |



DAFTAR TABEL

| | |
|---|-----|
| Tabel 1. Spektrum frekuensi untuk aplikasi telemetri | 10 |
| Tabel 2. Kuat Medan (ERP) Maksimum dan Batasan Teknis | 12 |
| Tabel 3. Spesifikasi Sensor YL 69 | 29 |
| Tabel 4. Karakteristik Kelembaban Sensor DHT11 | 31 |
| Tabel 5. Karakteristik Suhu Sensor DHT11 | 31 |
| Tabel 6. Karakteristik Sensor Gas MQ-135 | 42 |
| Tabel 7. Keterangan Struktur Sensor MQ-135 | 45 |
| Tabel 8. Perintah Dasar ESP8266-01 | 88 |
| Tabel 9. Perintah Fungsi ESP8266 | 89 |
| Tabel 10. Definisi pin modul GSM/GPRS SIM800 | 91 |
| Tabel 11. Perbandingan protokol komunikasi IoT | 107 |
| Tabel 12. Standar IoT | 111 |
| Tabel 13. Control VB | 123 |
| Tabel 14. Control VB | 124 |
| Tabel 15. Control VB | 124 |
| Tabel 16. Control VB | 125 |