



PPSBR MAKKARESO

MODUL PRAKTIKUM KETERAMPILAN HANDPHONE



Disusun oleh:
Agus Salim

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga modul pembelajaran Jurusan Handphone ini dapat disusun dengan baik. Modul ini disiapkan sebagai panduan pembelajaran bagi siswa dalam memahami konsep dasar elektronika, komponen dan bagian-bagian handphone, analisis kerusakan perangkat, teknik perbaikan hardware maupun software, serta prosedur pengukuran sinyal dan pemeliharaan perangkat.

Perkembangan teknologi telekomunikasi semakin pesat, sehingga keterampilan dalam menganalisis dan memperbaiki handphone menjadi kompetensi penting yang harus dimiliki oleh calon teknisi. Oleh karena itu, modul ini disusun secara sistematis berdasarkan Kompetensi Dasar (KD) yang mencakup teori dasar, instrumen kerja, prosedur praktik, dan indikator pembelajaran yang relevan dengan kebutuhan dunia industri dan dunia kerja.

Penyusunan modul ini bertujuan untuk memberikan kemudahan bagi siswa dalam memahami materi pembelajaran melalui contoh, langkah-langkah penggeraan, dan uraian teori yang sederhana namun komprehensif. Harapannya, modul ini dapat membantu meningkatkan kompetensi siswa baik dalam aspek pengetahuan, keterampilan, maupun sikap profesional dalam bidang perbaikan handphone.

Kami menyadari bahwa modul ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat kami harapkan demi penyempurnaan modul berikutnya. Semoga modul ini bermanfaat bagi siswa, pendidik, dan pihak lain yang

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	1
DAFTAR ISI	2
INDIKATOR PEMBELAJARAN	3
MODUL 1 – Menerapkan Basic Electronik	5
MODUL 2 – Menerapkan Komponen dan Bagian-bagian Handphone	7
MODUL 3 – Menganalisis & Memperbaiki Kerusakan Handphone Baik dari Sisi Hardware maupun Software	10
MODUL 4 – Memperbaiki Kerusakan Handphone Baik dari Sisi Hardware maupun Software	16
MODUL 4 – Pengenalan Software Handphone	19

INDIKATOR PEMBELAJARAN

I. Menerapkan Basic Elektronik

1. Siswa mampu mengenal dan memahami alat ukur multimeter, termasuk definisi, fungsi, dan prinsip kerja multimeter analog dan digital.
2. Siswa mampu mengenal dan memahami konfigurasi multimeter sesuai mode pengukuran.
3. Siswa mampu mengukur arus, tegangan, hambatan, dan melakukan pengujian test point pada rangkaian.
4. Siswa mampu mengenal komponen elektronika dasar, baik komponen aktif maupun pasif.
5. Siswa mampu melakukan kegiatan praktik mengukur komponen elektronika menggunakan multimeter, meliputi komponen aktif dan pasif.
6. Siswa mampu mempraktikkan teknik dasar penyolderan dengan benar dan aman.

II. Menerapkan Komponen dan Bagian-Bagian Handphone (Hardware & Software)

1. Siswa mampu mengetahui dan memahami diagram blok handphone serta rangkaian dasar bagian Baseband.
2. Siswa mampu mengenali dan memahami lambang (simbol) komponen pada skema handphone.
3. Siswa mampu menentukan cara penempatan dan posisi komponen berdasarkan diagram skema.
4. Siswa mampu menyusun flowchart deteksi kerusakan handphone untuk kondisi *mati total hardware* dan *mati total software*.

III. Menganalisis dan Memperbaiki Kerusakan Handphone (Hardware & Software)

1. Siswa mampu mempelajari cara kerja SIM card serta mendeteksi kerusakan yang terjadi pada jalur SIM dan cara perbaikannya.
2. Siswa mampu mempelajari bagian audio dan charging serta mampu mendeteksi kerusakan pada jalur audio/charging.
3. Siswa mampu menganalisis penyebab keborosan baterai sebelum dan sesudah IC power bekerja ataupun saat proses transmisi/telepon.

IV. Memperbaiki Kerusakan Handphone (Hardware & Software)

1. Siswa mampu mengenali dan membedakan jenis-jenis IC yang terdapat pada handphone.
2. Siswa mampu mempraktikkan proses angkat, cetak ulang (reball), dan pasang IC BGA.
3. Siswa mampu mempelajari dan memahami fungsi serta teknik *jumper* pada IC BGA.
4. Siswa mampu mengetahui prinsip kerja sistem radio frekuensi (RF) pada handphone.
5. Siswa mampu mendeteksi kerusakan serta melakukan perbaikan pada bagian Receiver (RX) dan Transmitter (TX) handphone.

V. Pengenalan Software Handphone

1. Siswa mampu mengetahui dan memahami proses upgrade software pada perangkat handphone.
2. Siswa mampu mengukur SKC (System Clock Control) menggunakan oscilloscope dan frequency counter.

MODUL 1 – Menerapkan Basic Electronik

A. Sub Indikator Pembelajaran

1. Siswa mampu mengenal definisi, fungsi, dan prinsip kerja multimeter analog dan digital.
2. Siswa mampu memahami konfigurasi multimeter serta cara memilih mode pengukuran (V, A, Ohm).
3. Siswa mampu mengukur arus, tegangan, hambatan, dan test point pada rangkaian sederhana.
4. Siswa mampu mengenal komponen elektronika dasar (aktif dan pasif).
5. Siswa mampu mengukur komponen aktif dan pasif menggunakan multimeter.
6. Siswa mampu mempraktikkan teknik dasar menyolder dengan benar dan aman.

B. Instrumen dan Prosedur

Instrumen Praktik

- Multimeter digital (DMM)
- Multimeter analog
- Breadboard / PCB sederhana
- Baterai 3V–9V
- Komponen pasif: resistor, kapasitor, induktor
- Komponen aktif: diode, transistor, IC kecil
- Kabel jumper & probe multimeter
- Solder, timah, flux
- Penyedot timah (solder pump)

Prosedur Kerja

1. Pengenalan Multimeter

- 1) Amati bagian multimeter: knob selector, port probe, display.
- 2) Identifikasi perbedaan multimeter analog dan digital.
- 3) Pelajari simbol pada selector ($V\sim$, $V=$, Ω , A).

2. Konfigurasi Multimeter

- 1) Pasang probe hitam di port **COM**.
- 2) Pasang probe merah di port **VΩmA** atau **10A** sesuai keperluan.
- 3) Atur knob ke mode:
 - DC Voltage → $V=$
 - AC Voltage → $V\sim$
 - Resistance → Ω
 - Current → A

3. Pengukuran Dasar

• Tegangan DC:

Hubungkan probe ke baterai sesuai polaritas, baca nilai pada layar.

- **Arus:**
Sambungkan multimeter seri dengan rangkaian.
- **Hambatan:**
Tempelkan probe pada kaki resistor.
- **Test Point:**
Ukur titik jalur pada PCB atau rangkaian untuk memastikan aliran tegangan.

4. Mengukur Komponen

- **Dioda:** lakukan uji forward dan reverse.
- **Transistor:** cari pin basis, kolektor, emitor menggunakan mode hFE / uji dioda.
- **Kapasitor:** ukur kapasitansi (jika DMM mendukung), atau uji leakage.

5. Praktik Dasar Soldering

1. Panaskan solder $\pm 350\text{--}400^{\circ}\text{C}$.
2. Bersihkan ujung solder dengan sponge basah.
3. Tempelkan ujung solder pada kaki komponen dan jalur PCB.
4. Tambahkan timah secukupnya.
5. Lepas solder setelah timah merata.
6. Untuk melepas komponen, gunakan solder pump.

C. Teori Dasar

1. Pengertian Multimeter

Multimeter adalah alat ukur elektronik untuk mengukur berbagai parameter listrik, seperti tegangan, arus, dan resistansi. Terdapat dua jenis utama:

- **Analog:** menggunakan jarum penunjuk, cocok untuk melihat perubahan nilai.
- **Digital:** lebih akurat dan mudah dibaca.

2. Prinsip Kerja Multimeter

- **Analog:** bekerja dengan prinsip gaya Lorentz pada kumparan yang menggerakkan jarum.
- **Digital:** menggunakan ADC (Analog to Digital Converter) untuk mengkonversi nilai listrik menjadi angka.

3. Komponen Elektronika Dasar

- **Komponen Pasif:**
 - *Resistor:* membatasi arus
 - *Kapasitor:* menyimpan muatan
 - *Induktor:* menyimpan energi magnet
- **Komponen Aktif:**
 - *Dioda:* penyearah
 - *Transistor:* penguat / switch
 - *IC:* sistem elektronik kompleks dalam satu chip

4. Dasar Penyolderan

Penyolderan adalah proses menyatukan komponen dan jalur PCB menggunakan timah yang dipanaskan. Teknik yang benar memastikan sambungan kuat, rapi, dan tidak menyebabkan short circuit

MODUL 2 – Menerapkan Komponen dan Bagian-bagian Handphone

A. Sub Indikator Pembelajaran

1. Memahami diagram blok handphone dan fungsi setiap bagian.
2. Mengenal simbol-simbol komponen pada skema handphone.
3. Menentukan penempatan komponen berdasarkan referensi pada diagram skema (R, C, L, U, D).
4. Membaca jalur dan alur kerja rangkaian pada diagram handphone.
5. Membuat flowchart dasar untuk mendeteksi kerusakan mati total (dead phone) baik hardware maupun software.

B. Instrumen dan Prosedur

Instrumen Praktik

- Laptop dengan software pembaca skema (ZXW, Wuxinji, EasyJTAG Scheme).
- Skema diagram handphone (Samsung/Xiaomi/Oppo – bebas).
- Diagram blok Baseband (SoC, PMIC, RF, Charging).
- Power Supply DC.
- Multimeter digital.
- Kabel USB Data.

Prosedur Kerja

1. Membuka skema diagram handphone pada software ZXW/Wuxinji.
2. Mengidentifikasi beberapa blok utama:
 - Power/PMIC Section
 - Baseband Section (CPU + RAM + ROM)
 - RF Section (Transceiver, PA, Antenna Switch)
 - Charging Section (IC Charger, USB Port)
 - UI Section (LCD, Touchscreen, SIM, Keypad)
3. Mengamati simbol komponen:
 - R (Resistor),
 - C (Capacitor),
 - L (Coil/Induktor),
 - D (Diode),
 - U (IC/Chip),
 - Q (Transistor).
4. Menentukan posisi referensi komponen contoh:
 - R1204 → resistor nomor 1204 pada skema.
 - C305 → kapasitor nomor 305 pada power section.
 - U7001 → IC utama di baseband.
5. Membuat flowchart sederhana untuk menganalisis kerusakan mati total:
 - Pemeriksaan jalur VBAT.
 - Pemeriksaan konsumsi arus pada PSU.

- Identifikasi short/hard short.
- Kemungkinan kerusakan IC PMIC.
- Kemungkinan kerusakan software (boot failure).

C. Teori Dasar

1. Diagram Blok Handphone

Diagram blok menggambarkan pembagian fungsi utama dalam handphone:

Bagian	Komponen Utama	Fungsi
Power Section	PMIC, VBAT, Charger IC	Mengatur suplai daya ke seluruh sistem
Baseband Section	CPU, RAM, ROM (EMMC/UFS)	Mengolah data, menjalankan sistem Android
RF Section	RF Transceiver, PA, Filter	Menangani sinyal GSM/3G/4G/5G
Charging Section	IC Charger, USB Port	Menerima dan mengatur pengisian daya
UI Section	LCD, Touchscreen, Keypad	Interaksi antara pengguna dan perangkat
Audio Section	IC Audio, Speaker, Mic	Mengolah suara masuk/keluar

2. Simbol Komponen pada Skema

Beberapa simbol umum pada skema elektronik:

Simbol	Nama Komponen	Fungsi
R	Resistor	Mengatur arus / pembagi tegangan
C	Kapasitor	Menyimpan dan melepas muatan listrik
L	Coil/Induktor	Mengatur filter sinyal dan power
D	Dioda	Penyearah arus / proteksi
U	IC/Chip	Pengolah sinyal, power, baseband
Q	Transistor	Saklar elektronik/penguat sinyal

3. Cara Membaca Skema Handphone

1. Perhatikan jalur utama (VBAT, VPH_PWR, VREG_x).
2. Ikuti jalur dari sumber ke beban, misalnya:
VBAT → PMIC → CPU.
3. Kenali referensi komponen, misalnya R1204 berarti resistor nomor 1204.

4. Perhatikan titik test point (TP), digunakan untuk pengukuran.
5. Gunakan multimeter untuk melacak jalur putus atau short

4. Kerusakan Mati Total dan Penyebabnya

Kerusakan dead phone dikelompokkan menjadi:

a. Kerusakan Hardware

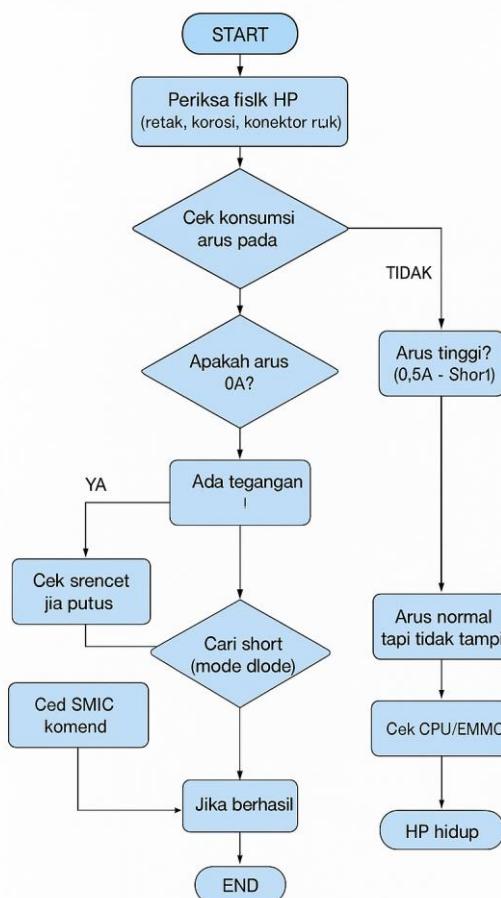
- Hard short pada jalur VBAT
- IC PMIC rusak
- Jalur VBAT putus
- IC CPU rusak (rare)
- Air masuk menyebabkan korosi

b. Kerusakan Software

- Firmware corrupt
- Bootloop
- Gagal update
- Gagal flash / brick

D. Flowchart Analisis Kerusakan Mati Total (Hardware & Software)

Kerusakan Mati Total (Hardware & Software)



MODUL 3 – Menganalisis & Memperbaiki Kerusakan Handphone Baik dari Sisi Hardware maupun Software

A. Sub Indikator Pembelajaran

1. Siswa mampu mempelajari fungsi dan sistem kerja SIM Card (Subscriber Identity Module).
2. Siswa mampu mendeteksi kerusakan Handphone pada bagian SIM Card dan menentukan metode perbaikan.
3. Siswa mampu mempelajari sistem kerja Audio dan Charging pada handphone.
4. Siswa mampu menganalisis kerusakan audio (speaker, mic, IC audio) dan charging (port USB, IC charging, jalur).
5. Siswa mampu mempelajari penyebab boros baterai dari sisi hardware dan software.
6. Siswa mampu mendiagnosis kebocoran arus sebelum dan sesudah IC Power bekerja serta saat proses transmisi/telepon.

B. Instrumen dan Prosedur

Instrumen Praktik

1. Modul trainer smartphone (jika ada)
2. Board handphone bekas untuk praktik
3. Multimeter digital
4. Power Supply DC (3.7–4.2V)
5. ZXW Tools / Wuxinji untuk membaca jalur
6. Mikroskop digital
7. Obeng set HP
8. Sikat PCB, cairan flux, IPA
9. Hot air blower
10. Speaker, mic, konektor charging, SIM tray cadangan

Prosedur Kerja

1. Pemeriksaan Sistem SIM Card

- Buka handphone dan periksa modul SIM secara visual.
- Identifikasi pin SIM: VCC, RST, CLK, DATA, GND.
- Ukur jalur menggunakan multimeter:
 - Pastikan tidak ada jalur putus.
 - Cek tegangan pada pin VCC SIM (biasanya 1.8V atau 3V).
- Jalankan HP dengan power supply dan lihat apakah arus naik normal saat SIM dibaca.
- Jika “No SIM”, periksa:
 - Pin patah atau korosi
 - Komponen filter (ESD), resistor pull-up, atau IC SIM

2. Pemeriksaan Sistem Audio

- Lepaskan casing dan buka modul audio.

-
- Ukur impedansi speaker (biasanya 8–32 ohm).
 - Periksa mic:
 - Mic digital (2–4 pin)
 - Mic analog (2 pin)
 - Lakukan pengujian audio:
 - Voice recorder
 - Test call
 - Jika tidak ada suara:
 - Cek IC Audio menggunakan diagram ZXW
 - Periksa jalur antara IC audio ↔ speaker/mic

3. Pemeriksaan Charging

- Periksa kondisi port USB (longgar, karat, patah).
- Ukur tegangan masuk dari adaptor ke USB port.
- Ukur jalur VBUS (5V) dan jalur ID/DM/DP.
- Jika HP tidak mengisi:
 - Jalur VBUS putus
 - IC charging rusak
 - Short pada kapasitor input
- Untuk short:
 - Gunakan mode buzzer
 - Panaskan area short untuk menemukan komponen panas

4. Analisis Keboros Baterai (Battery Drain)

- Hubungkan HP ke power supply DC.
- Amati konsumsi arus:
 - Normal standby: 0.02 – 0.08 A
 - Abnormal (boros): > 0.20 A
- Analisis kondisi:
 - Sebelum IC power bekerja
 - Sesudah IC power bekerja
 - Saat transmisi sinyal (telepon)
- Jika boros:
 - Cek IC RF → sinyal buruk
 - Cek IC power → bocor arus
 - Cek backlight → short
 - Software bootloop → konsumsi CPU tinggi

C. Teori Dasar

1. Sistem Kerja SIM Card

SIM Card berfungsi sebagai identitas pelanggan. Pin utama:

- VCC (tegangan)

-
- **RST** (reset)
 - **CLK** (clock)
 - **DATA** (komunikasi)
 - **GND** (ground)

Kerusakan umum:

- “No SIM”
- “SIM Error”
- Jalur DATA atau CLK putus
- Tegangan SIM tidak muncul

2. Sistem Audio Handphone

Bagian audio terdiri dari:

- IC Audio
- Speaker
- Earphone
- Microphone
- Audio amplifier

Jenis kerusakan:

- Tidak ada suara
- Suara kecil
- Mic tidak berfungsi
- Suara pecah

Penyebab:

- Speaker rusak
- Jalur putus
- IC audio rusak
- Konektor lepas

3. Sistem Charging dan Power

Sistem charging terdiri dari:

- USB/Type-C port
- IC Charging
- PMIC (Power Management IC)
- Kapasitor input
- Jalur VBUS (5V) dan VBAT

Kerusakan umum:

- Tidak mengisi
- Mengisi lambat
- Deteksi USB tidak stabil
- Short di jalur 5V

4. Teori Kerusakan Boros Baterai

Penyebab boros baterai:

- IC Power bocor
- IC RF panas
- Backlight rusak
- Baterai drop
- Sistem software bermasalah
- Aplikasi berjalan terus (bug OS)

Proses analisis:

- Perhatikan arus standby
- Amati arus saat load (buka aplikasi)
- Cek temperatur IC

5. Software Related Issue

Kerusakan software yang mempengaruhi hardware:

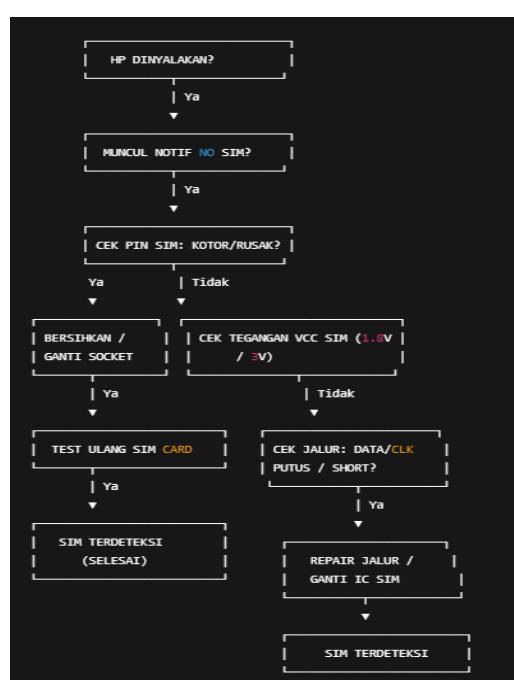
- Bootloop → CPU bekerja terus
- Update gagal → modem tidak berjalan
- IMEI corrupt → sinyal hilang → boros baterai
- Firmware corrupt → restart sendiri

Metode perbaikan:

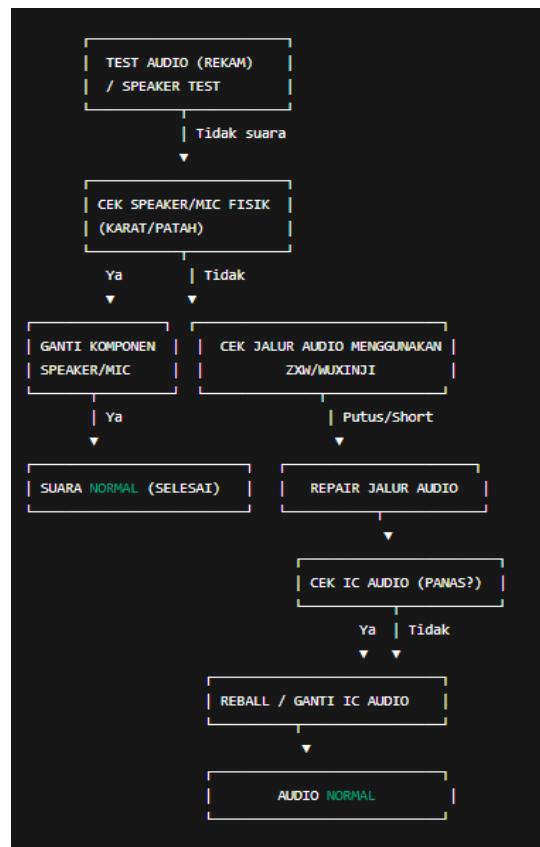
- Flash ulang firmware
- Reset factory
- Repair NVRAM / IMEI

D. Flowchart Analisis Kerusakan Mati Total (Hardware & Software)

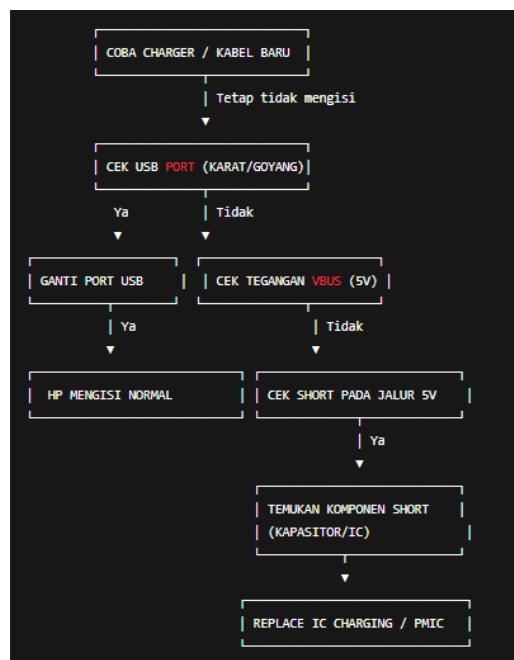
1. Flowchart Deteksi Kerusakan SIM card (No SIM/SIM Error)



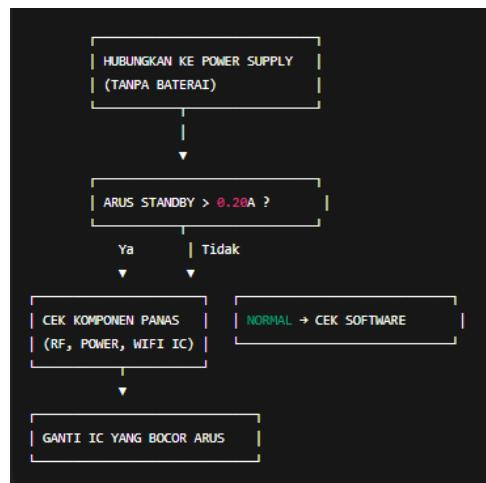
2. Flowchart Deteksi Kerusakan Audio (No Sound/Sound Error)



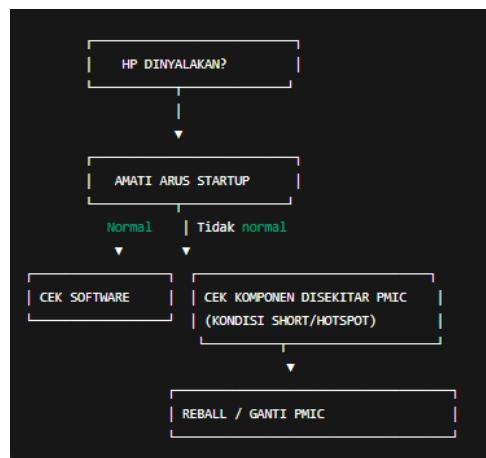
3. Flowchart Deteksi Kerusakan Charging (Tidak Mengisi)



4. Flowchart Pemeliharaan Boros Baterai (Battery Drain)



5. Flowchart Analisis Arus IC Power (PMIC) – (Hp Boros/Hp Panas)



MODUL 4 – Memperbaiki Kerusakan Handphone Baik dari Sisi Hardware maupun Software

A. Sub Indikator Pembelajaran

1. Siswa mampu mengenali jenis dan fungsi IC pada handphone.
2. Siswa mampu mempraktikkan teknik **angkat, cetak, dan pasang IC BGA**.
3. Siswa mampu memahami konsep dan teknik **jumper BGA**.
4. Siswa mampu mengetahui cara kerja **Radio Frekuensi (RF)** pada handphone.
5. Siswa mampu mendeteksi kerusakan dan melakukan perbaikan pada **Receiver (RX) dan Transmitter (TX)**.

B. Instrumen dan Prosedur

Instrumen Praktik

- Mesin blower / hot air station
- Solder uap & solder station
- PCB holder
- Flux
- Timah cair & timah pasta
- Mesh stencil BGA
- Mikroskop digital
- Multimeter
- Power supply DC
- RF signal tester (jika tersedia)

Prosedur Kerja

1. Identifikasi IC pada papan PCB

- Mencari IC PMIC, IC CPU, IC RF, IC Audio, IC WiFi/BT, IC Power dan IC Charging.
- Menggunakan diagram skema untuk menentukan jalur masing-masing IC.

2. Teknik Angkat IC BGA

- Menetapkan suhu blower (350–420°C tergantung jenis IC).
- Memberikan flux di sekitar IC.
- Memanaskan secara merata hingga timah meleleh.
- Mengangkat IC dengan pinset antimagnetik.

3. Teknik Cetak BGA (Reballing)

- Membersihkan sisa timah pada IC.
- Menggunakan stencil BGA sesuai ukuran IC.
- Menaruh timah pasta dan memanaskan hingga membentuk bola timah baru.

4. Teknik Pasang IC BGA

- Menaruh flux di area pad PCB.
- Meletakkan IC dengan posisi sejajar.
- Memanaskan hingga IC “mengunci” secara otomatis pada pad.

5. Teknik Jumper BGA

-
- Digunakan apabila jalur PCB putus.
 - Menggunakan kabel enamel tipis untuk menghubungkan jalur tertentu ke titik komponen.

6. Pengujian Sistem RF

- Mengukur jalur antena RX/TX.
- Menggunakan multimeter untuk mengecek jalur RF ke PA/RF IC.
- Jika tersedia, gunakan RF tester untuk mengetahui kekuatan sinyal.

C. Teori Dasar

1. Jenis-Jenis IC pada Handphone

- **IC PMIC (Power Management IC)**

Mengatur seluruh suplai daya ke handphone.

- **IC CPU / Main Processor**

Otak utama perangkat (pengolahan data).

- **IC RF / IC PA (Power Amplifier)**

Mengelola sinyal masuk (RX) dan keluar (TX), bertanggung jawab terhadap jaringan.

- **IC Audio**

Mengatur suara speaker, earpiece, dan microphone.

- **IC Charging / USB IC**

Mengatur pengisian daya dan komunikasi USB.

- **IC RAM/ROM**

Menyimpan data dan sistem operasi.

2. Dasar Teknik BGA (Ball Grid Array)

IC BGA menggunakan bola-bola timah di bawah IC sebagai konektor.

Kerusakan umum pada BGA meliputi:

- Retak micro solder (micro crack)
- IC tidak menempel sempurna (cold solder)
- Jalur PCB putus

Solusi:

- Rehot (pemanasan ulang)
- Reball (membuat ulang bola BGA)
- Replace (ganti IC baru)

3. Cara Kerja Radio Frekuensi (RF)

RF bekerja dalam dua proses:

Receiver (RX)

Menerima sinyal dari BTS melalui antena → Filter → Low Noise Amplifier (LNA) → Baseband.

Transmitter (TX)

Mengirim sinyal dari Baseband → Power Amplifier → Filter → Antena → BTS.

Kerusakan RF dapat menyebabkan:

- Tidak ada jaringan
- Sinyal hilang setelah beberapa detik
- Hanya muncul “Emergency Call Only”
- IMEI valid tetapi tidak ada sinyal

4. Kerusakan RX dan TX

Kerusakan RX:

- No service
- Tidak bisa menangkap sinyal
- Hasil pengukuran RF LNA abnormal

Kerusakan TX:

- Tidak bisa kirim SMS/telepon
- Sinyal muncul-hilang saat menelepon
- IC PA rusak atau jalur antena short

MODUL 4 – Pengenalan Software Handphone

A. Sub Indikator Pembelajaran

1. Siswa mampu memahami pengertian firmware dan jenis-jenis software handphone.
2. Siswa mampu melakukan upgrade dan flashing software.
3. Siswa mampu mengenali berbagai jenis kerusakan software (bootloop, soft-brick, hard-brick).
4. Siswa mampu mengukur sinyal SKC menggunakan oscilloscope dan frequency counter.
5. Siswa mampu melakukan troubleshooting dasar software handphone.

B. Instrumen & Prosedur

Instrumen Praktik

- Laptop/PC servis
- Software flashing:
 - SP Flash Tool (MediaTek)
 - Odin (Samsung)
 - QFIL/QPST (Qualcomm)
 - Miflash (Xiaomi/Qualcomm)
- Kabel USB original
- Firmware sesuai tipe handphone
- Oscilloscope
- Frequency counter
- Power Supply DC

Prosedur Kerja

1. Identifikasi Perangkat

- Tentukan chipset handphone: Mediatek, Qualcomm, Exynos, Spreadtrum.
- Catat tipe handphone, versi ROM, dan kode produk (model number).

2. Persiapan Firmware

- Download firmware resmi sesuai tipe perangkat.
- Pastikan versi firmware kompatibel dengan versi hardware (PCB version).

3. Proses Flashing

1. Buka software flashing sesuai chipset.
2. Masukkan file scatter/firmware.
3. Matikan handphone.
4. Masuk mode download:
 - Fastboot (Android)
 - Odin/Download Mode (Samsung)
 - EDL 9008 (Qualcomm)
5. Hubungkan perangkat ke PC.
6. Tekan tombol **Download / Flash / Start**.

-
7. Tunggu proses hingga selesai.

4. Pengukuran SKC

- Hubungkan probe oscilloscope ke jalur clock.
- Amati bentuk gelombang square wave.
- Periksa kestabilan frekuensi menggunakan frequency counter.
- Pastikan frekuensi tidak drop atau noise.

5. Pengujian

- Nyalakan handphone.
- Periksa performa, sinyal, boot time, dan fungsi dasar.

C. Teori Dasar

1. Pengertian Firmware

Firmware adalah sistem operasi utama yang mengatur komunikasi antara hardware dan software. Tanpa firmware, perangkat tidak dapat menyala.

Jenis firmware:

- **Stock ROM:** bawaan pabrik, paling stabil.
- **Custom ROM:** dibuat komunitas, memiliki fitur tambahan.
- **Engineering ROM:** untuk teknisi, membuka akses debugging.

2. Kerusakan Software

Jenis Kerusakan	Ciri-Ciri	Penanganan
Bootloop	Stuck logo	Flashing sistem
Soft-brick	Menyala tapi crash	Flash ulang + wipe
Hard-brick	Tidak respon	BIOS/EDL/test-point
Corrupt Firmware	Error sistem	Flash penuh (full ROM)

3. SKC (System Clock)

- SKC adalah sinyal pengatur irama kerja CPU.
- Ditampilkan sebagai gelombang kotak (square wave).
- Frekuensi stabil menandakan CPU bekerja normal.
- Drop → perangkat lag, restart, hang.

4. Troubleshooting Software Dasar

1. Cek kapasitas memori internal.
2. Reset ke pengaturan pabrik.
3. Masuk recovery → wipe cache.
4. Update firmware.
5. Flash full ROM jika kerusakan berat.