

TUGAS 03 - COMPUTATIONAL THINKING UNTUK SDGS

Studi Kasus: Desa Sumber Makmur

Pilihan SDG: SDG 2 (Zero Hunger/Tanpa Kelaparan) - Ketahanan Pangan

A. Analisis Masalah Menggunakan 4 Pilar Computational Thinking

1. Decomposition (Dekomposisi)

Masalah utama "Ketahanan Pangan dan Produktivitas Pertanian Rendah" di Desa Sumber Makmur dipecah menjadi 7 sub-masalah spesifik⁴⁴⁴⁴:

1. **Manajemen Kualitas Tanah:** Tanah mengalami penurunan unsur hara akibat penggunaan pupuk kimia berlebih dan erosi di lahan miring⁵.
2. **Ketersediaan Air (Irigasi):** Ketergantungan pada air hujan dan mata air yang menyulitkan saat musim kemarau⁶.
3. **Hama dan Penyakit Tanaman:** Kurangnya deteksi dini terhadap serangan hama yang merusak panen.
4. **Akses Pupuk dan Bibit:** Distribusi logistik yang lambat karena akses transportasi pegunungan terbatas⁷.
5. **Pengetahuan Petani:** Minimnya edukasi mengenai metode pertanian modern (stagnansi skill)⁸.
6. **Pascapanen & Distribusi:** Hasil panen sering rusak sebelum sampai pasar atau dijual murah ke tengkulak karena akses pasar terbatas⁹.

7. **Cuaca Ekstrem:** Ketidakpastian iklim yang mengganggu kalender tanam tradisional¹⁰.

Hubungan Antar Masalah:

Sub-masalah saling terkait secara siklikal. Kualitas tanah yang buruk (1) diperparah oleh manajemen air yang salah (2), membuat tanaman rentan hama (3). Ketika panen gagal, pendapatan turun, sehingga petani tidak mampu membeli bibit unggul (4) atau mengakses edukasi (5).

Masalah Kritis:

Ketersediaan Air (Irigasi) adalah sub-masalah paling kritis. Alasannya, Desa Sumber Makmur adalah daerah pegunungan yang rawan pangan saat kemarau¹¹. Tanpa air, input lain (pupuk/bibit) tidak berguna.

2. Pattern Recognition (Pengenalan Pola)

Berikut adalah pola/tren yang diidentifikasi untuk merancang solusi¹²¹²¹²¹²:

Identifikasi Pola:

1. **Pola Temporal (Musiman):** Kelangkaan pangan dan gagal panen selalu terjadi berulang pada puncak musim kemarau (Juli-Agustus).
2. **Pola Spasial (Geografis):** Lahan pertanian di area lereng curam (pegunungan) mengalami erosi dan kekeringan lebih cepat dibandingkan area lembah¹³.
3. **Pola Demografis:** Petani mayoritas berusia tua dengan literasi digital rendah, namun penggunaan telepon seluler dasar (feature phone) cukup tinggi.
4. **Pola Ekonomi:** Harga komoditas anjlok serentak saat panen raya karena semua menanam tanaman yang sama (monokultur).

Perbandingan dengan Kasus Lain:

1. **Sistem Subak (Bali):** Menggunakan pola tata kelola air komunal untuk lahan berundak/pegunungan (Relevan untuk geografis Desa Sumber Makmur).
2. **Desa Pamalayan (Garut):** Penerapan *Smart Farming* sederhana berbasis IoT untuk menyiram kebun cabai secara otomatis (Relevan untuk solusi teknologi).
3. **Saemaul Undong (Korea Selatan):** Gerakan pembaruan desa yang fokus pada perbaikan infrastruktur dasar dan semangat mandiri petani (Relevan untuk aspek sosial).

Kontribusi Pola pada Solusi:

Pola temporal membantu kita membuat sistem "Early Warning" sebelum kemarau. Pola demografis mengisyaratkan bahwa teknologi yang dibuat harus antarmuka-nya sangat

sederhana (mudah dipakai lansia) atau berbasis suara/gambar.

3. Abstraction (Abstraksi)

Model Masalah: "Sistem Optimalisasi Hasil Tani Desa Pegunungan"

7 Faktor Utama (Variabel yang diperhitungkan)¹⁴¹⁴¹⁴¹⁴:

1. Kelembapan Tanah (Data sensor)
2. Curah Hujan (Data cuaca)
3. Jenis Tanaman (Komoditas)
4. Jadwal Pemupukan
5. Stok Gudang Pangan
6. Harga Pasar Terkini
7. Debit Sumber Mata Air

Detail yang Diabaikan:

- Merk cangkul atau alat manual petani (tidak berdampak signifikan pada sistem digital).
- Warna pakaian petani.
- Jenis kendaraan pengangkut (fokus pada ketersediaan jalur, bukan jenis truknya).
- Detail estetika lahan.

Alasan Pengabaian:

Fokus abstraksi adalah pada variabel yang mempengaruhi biologis tanaman dan ekonomi pasar secara langsung untuk meningkatkan ketahanan pangan. Variabel fisik non-pertanian dianggap tidak relevan dalam model komputasi ini.

4. Algorithm Design (Perancangan Algoritma)

Algoritma: Sistem Irigasi Cerdas Hemat Air (Smart Drip Irrigation)

Input:

- Data kelembapan tanah (dari sensor).
- Data prediksi cuaca (dari server BMKG/internet).
- Batas ambang kering (Threshold) = 30%.

Output:

- Katup air (Solenoid valve) Terbuka/Tertutup.
- Notifikasi ke HP Petani.

Langkah-Langkah (Pseudocode):

1. **MULAI**
 2. **BACA** data dari sensor kelembapan tanah (\$H\$).
 3. **BACA** data prediksi hujan hari ini (\$R\$).
 4. **JIKA** \$R\$ == "Hujan Deras", **MAKA**:
 - Tahan penyiraman (Katup = TUTUP).
 - Kirim pesan "Hujan terdeteksi, irigasi ditunda" ke petani.
 5. **LAIN JIKA** \$H\$ < 30% (Tanah Kering), **MAKA**:
 - Hitung kebutuhan air (\$W\$).
 - Aktifkan Katup Air selama \$T\$ menit.
 - Kirim pesan "Penyiraman dimulai" ke petani.
 6. **LAINNYA** (Tanah lembap):
 - Tetap dalam mode siaga (Standby).
 7. **SIMPAN** data aktivitas ke *database desa*.
 8. **ULANGI** cek setiap 1 jam.
 9. **SELESAI**.
-

B. Solusi Teknologi Inovatif

Berikut adalah 4 solusi teknologi yang diusulkan untuk mengatasi masalah pangan di Desa Sumber Makmur, mempertimbangkan kendala internet dan listrik¹⁵¹⁵¹⁵.

1. "Agri-LoRa" (Long Range) Soil Monitoring Network

- **Deskripsi & Cara Kerja:**
Sistem jaringan sensor nirkabel menggunakan teknologi LoRaWAN (Long Range Wide Area Network). Sensor ditancapkan di lahan untuk mengukur kelembapan, pH tanah, dan suhu. Data dikirim ke satu Gateway di balai desa (yang memiliki listrik/internet stabil), lalu diteruskan ke server.
- **Komponen Utama:** Sensor Node (baterai tahan 2 tahun), Gateway LoRa, Server Lokal.
- **Keunggulan & Manfaat:**

- *Teknis:* LoRa dapat memancarkan sinyal hingga 5-10 KM di area pegunungan tanpa butuh sinyal 4G/WiFi di setiap titik lahan (mengatasi masalah *blank spot* internet di desa).
- *Bagi Masyarakat:* Petani tahu persis kapan harus menyiram dan memupuk, menghemat air dan biaya pupuk hingga 40%.
- **Estimasi Peningkatan:** Produktivitas lahan meningkat 30% karena presisi pertanian.

2. "Gravity-Smart" Irrigation System

- **Deskripsi & Cara Kerja:**
Sistem irigasi tetes (drip irrigation) otomatis yang memanfaatkan kontur pegunungan (gravitasi) Desa Sumber Makmur. Air ditampung di tandon tinggi. Katup otomatis bertenaga surya (solar panel kecil) akan membuka aliran air berdasarkan instruksi algoritma (Solusi A.4 di atas).
- **Komponen Utama:** Tandon air, Pipa irigasi tetes, Solenoid Valve, Panel Surya 10WP, Mikrokontroler.
- **Keunggulan & Manfaat:**
 - *Teknis:* Tidak butuh pompa listrik besar (mengatasi masalah listrik tidak merata¹⁶⁾, hanya memanfaatkan gravitasi. Energi katup cukup dari matahari.
 - *Bagi Masyarakat:* Mengurangi gagal panen saat kemarau dan menghemat tenaga fisik petani lansia.
- **Estimasi Peningkatan:** Efisiensi penggunaan air meningkat 50%, panen bisa dilakukan 3x setahun (sebelumnya 1-2x).

3. "PasarDesa" SMS/USSD Gateway

- **Deskripsi & Cara Kerja:**
Platform marketplace berbasis teks (SMS/USSD) yang menghubungkan petani langsung dengan pembeli di kota. Petani tidak butuh smartphone atau kuota internet. Mereka cukup ketik kode USSD (misal *123*5#) untuk memasukkan stok panen dan harga.
- **Komponen Utama:** Server SMS Gateway, Database inventaris, Dashboard Web (untuk pembeli/koperasi).
- **Keunggulan & Manfaat:**
 - *Teknis:* Dapat berjalan di jaringan 2G yang tersedia di desa, cocok untuk literasi digital rendah.
 - *Bagi Masyarakat:* Memotong rantai tengkulak, meningkatkan harga jual petani.

- **Estimasi Peningkatan:** Pendapatan petani meningkat 20-30% karena akses pasar langsung.

4. "TaniPintar" Offline-First Knowledge App

- **Deskripsi & Cara Kerja:**
Aplikasi edukasi pertanian yang dipasang di tablet/HP milik kelompok tani. Aplikasi ini berisi ensiklopedia hama (dengan deteksi gambar AI) dan tutorial video. Kuncinya adalah fitur Offline-First: konten diunduh sekali saat ada sinyal di balai desa, lalu bisa diakses di ladang tanpa internet.
- **Komponen Utama:** Aplikasi Mobile (Android), Modul AI TensorFlow Lite (berjalan *on-device* tanpa internet).
- **Keunggulan & Manfaat:**
 - *Teknis:* AI deteksi penyakit berjalan di HP (lokal) tanpa perlu mengirim foto ke server (menghemat data).
 - *Bagi Masyarakat:* Meningkatkan kemampuan petani menangani penyakit tanaman secara mandiri.
- **Estimasi Peningkatan:** Mengurangi kerugian akibat hama sebesar 15%.