

Rancang bangun sistem FMCW ground penetrating radar untuk inspeksi beton pada frekuensi ISM 2,4-2,5 GHz = FMCW Ground penetrating radar for concrete inspection ISM band 2,4-2,5 GHz

Try Putra Wibowo, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20489455&lokasi=lokal>

Abstrak

Inspeksi beton perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya kegagalan struktur pada beton. Ground-penetrating radar (GPR) menjadi salah satu alat yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan tulangan baja di dalam beton, dimana GPR mampu mendeteksi dan mencitrakan obyek yang berada di dalam beton tanpa diperlukannya tindakan invasif. Pada skripsi ini telah dilakukan rancang bangun GPR untuk aplikasi inspeksi beton sedalam 1 meter. Sistem GPR dirancang menggunakan frequency modulated continuous wave (FMCW) dan bekerja pada pita frekuensi ISM 2,4 - 2,5 GHz. Sistem FMCW GPR yang dibuat menggunakan LimeSDR Mini sebagai modul transceiver, antenna Vivaldi elemen tunggal sebagai antenna TX, antenna susun rectangular patch terintegrasi unequal Wilkinson power divider sebagai antenna RX tipe pertama dan antenna susun Vivaldi sebagai antenna RX tipe kedua. Kedua antenna susun menggunakan metode Dolph-Chebyshev weighting.

Pengujian dilakukan pada setiap komponen sistem FMCW GPR terlebih dahulu sebelum pengujian sistem seutuhnya. Pengukuran antenna TX menunjukkan bahwa antenna mampu bekerja pada frekuensi 2,4 – 2,5 GHz, memiliki H-plane beamwidth sebesar 105°, gain sebesar 5,12 dB. Pengukuran antenna RX tipe pertama menunjukkan bahwa antenna mampu bekerja pada frekuensi 2,356 – 2,589 GHz, memiliki H-plane beamwidth sebesar 26°, sidelobe level sebesar -17,451 dB, front-to-back ratio sebesar -20,22 dB, dan gain sebesar 5,12 dB. Pengukuran antenna RX tipe kedua menunjukkan bahwa antenna mampu bekerja pada frekuensi 2,4 – 2,5 GHz, memiliki H-plane beamwidth sebesar 25°, sidelobe level sebesar -13,939 dB, front-to-back ratio sebesar -8,208 dB, dan gain sebesar 10,096 dB. Pengukuran low noise amplifier menunjukkan bahwa LNA memiliki gain dengan rentang 11,85 – 13,1 dB pada frekuensi 2,3 – 2,7 GHz. Pengukuran kabel coaxial menunjukkan bahwa kabel memiliki loss dengan rentang -0,49 dB hingga -0,66 dB. Semua komponen dapat bekerja sesuai spesifikasi yang telah ditentukan.

Pengujian sistem FMCW GPR dilakukan menggunakan beton bertulang ketebalan 30 cm. Target deteksi berupa besi dalam beton. Hasil pengujian diolah menggunakan perangkat lunak MATLAB untuk kemudian diperoleh citra melintang dari beton. Hasil citra yang diperoleh menunjukkan perbedaan permukaan dengan isi beton uji. Besarnya pantulan dibedakan dengan warna. Spektrum merah menandakan pantulan terbesar dengan nilai maksimum -650 dB, sedangkan spektrum biru menandakan pantulan daya terkecil dengan nilai maksimum -690 dB.

.....Concrete structure needs inspection to prevent structural failures. In concrete inspection activity, ground-penetrating radar (GPR) is one of the tools used to detect the location of steel reinforcement in concrete without the need for invasive action. In this research, GPR was designed for concrete inspection applications with concrete thickness of 1 meter. GPR for concrete inspection application is designed using frequency modulated continuous wave (FMCW) and works on ISM bands with a frequency range of 2.4 – 2.5 GHz. FMCW GPR system is designed using LimeSDR Mini as transceiver module, rectangular patch antenna array integrated with unequal Wilkinson power divider as first type RX antenna, Vivaldi antenna array as

second type RX antenna, and single element Vivaldi antenna as TX antenna.

Tests are performed on each component of the FMCW GPR. Measurement of TX antenna shows the antenna works at a frequency range of 2.4 – 2.5 GHz, has a H-plane beamwidth of 105° and a gain of 5.12 dB. Measurement of first type RX antenna shows the antenna works at frequency range of 2.356 – 2.589 GHz, has a H-plane beamwidth of 26°, sidelobe level of -17.451 dB, front-to-back ratio of -20.22, and gain of 5.12 dB. Measurement of second type RX antenna shows the antenna works at frequency range of 2.4 – 2.52 GHz, has a H-plane beamwidth of 25°, sidelobe level of -13.939 dB, front-to-back ratio of -8.208, and gain of 10.096 dB. Measurement of low noise amplifier shows that the LNA has a gain range of 11.85 – 13.1 dB in the frequency range of 2.3 – 2.7 GHz. Measurement of coaxial cable shows that the cable has loss range of 0.49 – 0.66 dB. All components can be used according to predetermined specifications.

FMCW GPR system test were conducted using reinforced concrete with 30 cm thickness and steel bar inside the concrete as target. The test results were processed using MATLAB software to get transection image of the concrete. Image results show that it can differentiate between the concrete surface and inner concrete. The magnitude of radar wave reflection is distinguished by color. The red spectrum indicates the largest reflection with a maximum value of -650 dB, while the blue spectrum indicates the smallest reflection of power with a maximum value of -690 dB.