

**MODEL SISTEM DINAMIK DALAM PENENTUAN TARGET
BERKELANJUTAN PENURUNAN EMISI KARBON DIOKSIDA PADA
INDUSTRI SEMEN DI INDONESIA**

ABSTRAK

Target rencana aksi nasional penurunan emisi gas rumah kaca (RAN-GRK) yang tertuang dalam Peraturan Presiden No. 61 Tahun 2011 ditetapkan sampai dengan tahun 2020, industri semen adalah salah satu industri yang wajib menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK) sebesar 3% sampai dengan tahun 2020. Model sistem dinamik akan digunakan untuk merancang simulasi target berkelanjutan penurunan emisi CO₂ sampai dengan tahun 2050. Simulasi dibatasi pada faktor yang berpengaruh pada emisi CO₂ industri semen termasuk 1) pengurangan faktor klinker, 2) efisiensi energi, 3) penggunaan bahan bakar alternatif dan 4) penggunaan teknologi penangkapan dan penyimpanan karbon dalam menurunkan emisi. Skenario simulasi berdasarkan hasil pengolahan data *analytical hierarchy process* (AHP) dari responden pemangku kepentingan industri semen di Indonesia. Hasil simulasi sistem dinamik menunjukkan bahwa target berkelanjutan penurunan emisi CO₂ industri semen di Indonesia yang realistis pada tahun 2050 adalah skenario dari responden gabungan pemangku kepentingan sebesar 450 KgCO₂eq/ton semen atau setara dengan 27% penurunan emisi dari baseline tahun 2020, dengan hasil bobot AHP pada prioritas 1) upaya penurunan klinker faktor sebesar 0,405 setara dengan substitusi klinker sebanyak 59,5% diikuti 2) penggunaan bahan bakar alternatif sebesar 0,225 atau setara dengan 22,5% substitusi bahan bakar fosil 3) efisiensi energy sebesar 0,206 setara dengan 97,3 KWh/ton semen dan 4) penggunaan teknologi penangkap dan penyerap karbon sebesar 0,165 setara dengan 16,5% penyerapan emisi karbon. Hasil luaran dari penelitian ini sebagai masukan bagi pihak yang berkepentingan dalam usaha menurunkan emisi gas rumah kaca secara simultan dengan rekomendasi pencapaian melalui 1) penetapan pajak karbon dan revisi standar industri hijau dan SNI produk semen, 2) pengembangan mandiri instalasi

pengolah sampah RDF (*refused derived fuel*) 3) Efisiensi energy listrik dengan meningkatkan energi terbarukan (EBT) 4) mengintegrasikan teknologi penangkap dan penyimpan karbon (CCS) pada pabrik semen.

**SYSTEM DYNAMIC MODEL IN DETERMINING SUSTAINABLE
TARGETS OF CARBON DIOXIDE EMISSIONS REDUCTION IN THE
CEMENT INDUSTRI IN INDONESIA**

ABSTRACT

The target of the national action plan for reducing greenhouse gas emissions (RAN-GRK) as stated in Presidential Regulation no. 61 Year 2011 is set until 2020, the cement industry is one of the industries that is obliged to reduce greenhouse gas (GHG) emissions by 3% by 2020. The dynamic system model will be used to design a simulation of sustainable targets for CO₂ emission reductions up to 2050. The simulation is limited to factors that influence the cement industry's CO₂ emissions including 1) reduction of clinker factor, 2) energy efficiency, 3) use of alternative fuels and 4) use of carbon capture and storage technology to reduce emissions. The simulation scenario is based on the results of the analytical hierarchy process (AHP) data processing from the respondents of the cement industry stakeholders in Indonesia. The results of the dynamic system simulation show that the realistic target for sustainable CO₂ emission reduction in the cement industry in Indonesia in 2050 is scenario from the combined stakeholders of 450 KgCO₂eq/ton cement, equivalent to a 27% reduction in emissions from the 2020 baseline, with the results of AHP weighting on priority 1) efforts to reduce the clinker factor by 0.405 equivalent to 59.5% clinker substitution followed by 2) use of alternative fuels of 0.225 or equivalent to 22.5% substitution of fossil fuels 3) energy efficiency of 0.206 equivalent to 97.3 KWh/ton of cement and 4) the use of carbon capture and absorption technology of 0.165 which is equivalent to 16.5% absorption of carbon emissions. The outputs of this study serve as input for interested parties in efforts to reduce greenhouse gas emissions simultaneously with recommendations for achievement through 1) determination of carbon taxes and revision of green industry standards and SNI for cement products, 2) independent development of RDF (refused derived) waste processing installations. fuel) 3) Efficiency of electrical energy by increasing

renewable energy (RE) 4) integrating carbon capture and storage technology (CCS) in cement plants.