

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang terjadinya permasalahan dalam penelitian yang dilakukan, kemudian dilanjutkan dengan perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan-batasan masalah, manfaat penelitian, dan kerangka penelitian.

1.1 Latar Belakang

Kapal berperan penting dalam aktivitas kelautan di negara maritim seperti Indonesia. Kapal memiliki kemampuan untuk berbelok dan berputar saat berlayar yang disebut *maneuver* kapal. Secara prinsip *maneuver* kapal dipengaruhi oleh perancangan badan kapal, sistem propulsi dan sistem kemudi (Abdurrahman & Purwanto, 2017). Sistem kemudi kapal memiliki sistem autopilot (kemudi otomatis) yang dirancang untuk membantu mengendalikan kapal pada waktu yang panjang selama pelayaran.

Sistem kemudi berupa sistem navigasi pada kapal bertujuan untuk menemukan lintasan dari posisi awal ke posisi akhir kapal menggunakan bantuan *Global Positioning System* (GPS). Setelah sistem navigasi, selanjutnya yang berperan adalah sistem panduan yang menghasilkan trayektori yang harus diikuti berdasarkan data posisi awal dan posisi akhir navigasi. Kapal bergerak mengikuti trayektori dengan arah yang perubahan sudutnya ditentukan dengan kendali haluan kapal. Kendali haluan mendukung sistem autopilot kapal dalam memastikan navigasi kapal berada di jalur yang diinginkan dengan desain sudut kemudi (Winggari, 2018). Oleh karena itu, autopilot kapal memerlukan kendali haluan yang mampu menjaga kestabilan sehingga kapal melakukan *manuver* sebesar sudut haluan yang diinginkan.

Beberapa contoh metode dari teori kendali, antara lain *Model Predictive Control* (MPC), *Fuzzy Logic Control* (FLC), *Sliding Mode Control* (SMC), *Fuzzy Sliding Mode Control* (FSMC), *Propotional controller*, *Integral controller*,

Derivative controller, *Propotional Intregral Derivative controller* (PID), *Linear Quadratic Gaussian* (LQG) dan lain-lain. Berdasarkan beberapa metode tersebut, yang paling banyak diterapkan di bidang industri adalah PID dan MPC (Asfihani dkk., 2019 dan Purnawan dkk., 2018). Namun pada metode PID, penentuan parameter diperoleh dengan cara *trial and error* sehingga kurang efektif dalam menyelesaikan masalah kendali. Berdasarkan sisi lain, metode MPC adalah kendali yang memiliki kelebihan dari kendali lainnya yaitu mampu mengendalikan sistem yang memiliki kompleksitas lebih tinggi, diantaranya: sistem dengan *delay* waktu yang lama dan sistem yang tidak stabil, kasus multivariabel, serta mampu melakukan proses optimasi (Camacho & Bordons, 2004; Wang dkk., 2010; Putri dkk., 2018). MPC juga dapat menangani berbagai kendala pada suatu proses dan menempati peringkat pertama sebagai metode kendali yang banyak diterapkan di industri (Qin & Badgwell, 2003). Kelebihan tersebut membuat metode MPC banyak dikembangkan di bidang kendali sistem kemudi kapal (Purnawan dkk., 2018).

Sistem kemudi kapal tidak lepas dari *Degrees of Freedom* (DOF) yaitu gerakan menurut derajat kebebasan yang dialami kapal pada saat berada di lautan. Secara umum gerakan yang dialami sebuah kapal ketika melaju di lautan ada dua macam, yaitu gerakan translasi dan rotasi. Gerak translasi kapal dibagi menjadi tiga, yaitu *heave*, *surge*, dan *sway*. Gerak rotasi pun dibagi menjadi tiga yaitu *pitch*, *roll*, dan *yaw* (Fossen, 1994). Gerakan tersebut dapat dinyatakan secara matematis dalam bentuk model nonlinear.

Model matematika kapal nonlinear sebelumnya telah diterapkan pada sistem kendali MPC maupun pengembangan MPC. Kendali haluan yang menerapkan MPC diantaranya oleh Wardhani dkk., (2018) yang menentukan kendali sudut pada model kapal korvet kelas SIGMA, Winggari, (2018) menentukan sudut haluan kapal pada model *error* yaitu gabungan dari model dinamik dan kinematik kapal, dan Putri, dkk. (2018) yang menerapkan MPC dalam kontrol sudut kemudi mobil untuk pelacakan lintasan *dubins* (lintasan terpendek yang menghubungkan dua titik). Sedangkan kendali haluan dengan menggunakan pengembangan MPC sebelumnya diterapkan oleh Subchan, dkk., (2018) dan Purnawan, dkk. (2018) pada metode *Disturbance Compensating*

Model Predictive Control. Penelitian-penelitian tersebut memerlukan proses linearisasi model terlebih dahulu sebelum diterapkan pada metode kendali.

Metode kendali yang memiliki kontrol umpan balik sistem nonlinier serta mampu untuk memperbaiki perhitungan *input* kendali pada tahapan prediksi *output* masa yang akan datang adalah *Nonlinear Model Predictive Control* (NMPC) (Grüne & Pannek, 2011). NMPC dapat diterapkan pada model kapal yang memiliki sistem nonlinear tanpa melakukan linearisasi model terlebih dahulu. Model diterapkan pada metode kendali sehingga diperoleh nilai yang dapat mengendalikan sudut hadap kapal.

Berdasarkan paparan tersebut, diketahui bahwa masalah kendali haluan kapal yang diperlukan dalam sistem autopilot dapat diselesaikan dengan menggunakan metode NMPC. Metode ini dipilih karena lebih efektif diterapkan untuk sistem nonlinear seperti pada kapal. Berdasarkan pemaparan di atas, penulis dalam Tugas Akhir ini membahas kendali haluan kapal menggunakan NMPC, di mana model matematika kapal yang digunakan memperhatikan gerak 3 DOF.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana membentuk desain kendali *Nonlinear Model Predictive Control* (NMPC) untuk sistem kapal yang nonlinear.
2. Bagaimana hasil simulasi dari penerapan dan desain *Nonlinear Model Predictive Control* (NMPC) pada kendali haluan kapal.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Mendapatkan desain *Nonlinear Model Predictive Control* (NMPC) pada kendali haluan kapal.
2. Mendapatkan analisis hasil simulasi dari penerapan dan desain *Nonlinear Model Predictive Control* (NMPC) pada kendali haluan kapal.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

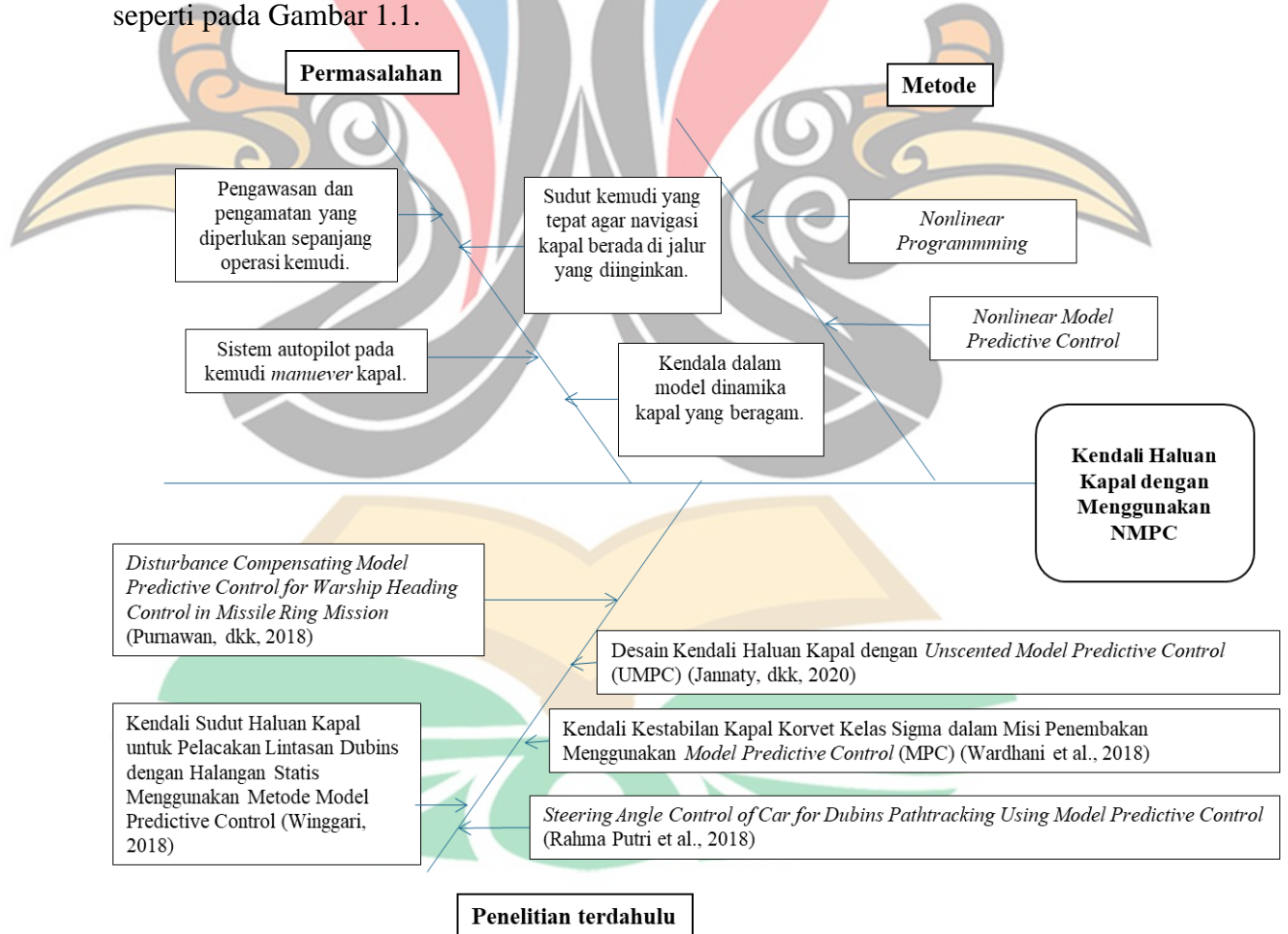
1. Model matematika gerak kapal memperhatikan 3 DOF : *sway*, *yaw*, dan *roll*.
2. Parameter model matematika kapal berdasarkan pada penelitian Perez tahun 2005.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari tugas akhir ini adalah sebagai pertimbangan kendali yang dapat diterapkan pada autopilot kemudi kapal.

1.6 Kerangka Pemikiran Penelitian

Kerangka berpikir akan dijelaskan dengan menggunakan diagram *fishbone* seperti pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Diagram *fishbone* kerangka berpikir